3. ULUSLARARASI GAP MATEMATİK-MÜHENDİSLİK-FEN VE SAĞLIK BİLİMLERİ KONGRESİ

KONGRE TAM METİN KİTABI

EDİTÖRLER
Dr. Hüseyin ERİŞ
Nurlan AKHMETOV

29 KASIM-1 ARALIK 2019
ŞANLIURFA, TÜRKİYE

ISBN-978-625-7029-22-3
İKSAD YAYINEVİ

KONGRE TAM METİN KİTABI



3. ULUSLARARASI GAP MATEMATİK - MÜHENDİSLİK - FEN VE SAĞLIK BİLİMLERİ KONGRESİ

29 KASIM - 1 ARALIK 2019
ŞANLIURFA, TÜRKİYE

Editörler
Dr. Hüseyin ERİŞ
Nurlan AKHMETOV

Institute Of Economic Development And Social Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY
TR: +90 342 606 06 75
E posta: kongreiksad@gmail.com
www.iksad.org www.iksadkongre.org

Bu kitabın tüm hakları İKSAD'a aittir. İzinsiz kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.
Kitapta bulunan eserlerin yasal ve etik sorumluluğu yazarlara aittir.
İksad Publications - 2019©

Yayın Tarihi: 16.12.2019
ISBN – 978-625-7029-22-3

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

3. ULUSLARARASI GAP MATEMATİK - MÜHENDİSLİK - FEN VE SAĞLIK BİLİMLERİ KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

29 Kasım - 1 Aralık 2019, Şanlıurfa, Türkiye

DÜZENLEYEN KURUM

İKSAD- İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Necati DEMİR

KOORDİNATÖR

Nurlan AKHMETOV

YABANCI KONUŞMACILAR / KATILIMCILAR

Aldrin Balsa-Yepes (Rusya)
Erdoğan DOĞDU (ABD)
Alptekin ÖZDEMİR (Almanya)
A.B. Джафарлы (Azerbaycan)
Gani İSAYEV (Kazakistan)

KONGRE DİLLERİ

Türkçe ve tüm lehçeleri, İngilizce, Rusça, Çince

SUNUM ŞEKLİ

Sözlü Sunum

BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Dr. Esra SİVEREKLİ
Harran Üniversitesi (Bilim Kurulu Başkanı)

Dr. Adil AKINCI
Kırklareli University

Dr. Yegane HACIYEVA
Azerbaijan University of Languages

Dr. Bayram POLAT
Omer Halisdemir University

Dr. Elvan YALCINKAYA
Omer Halisdemir University

Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM
Namık Kemal University

Dr. Çinarə QƏHRƏMANOVA
Azerbaijan University of Languages

Dr. Maha Hamdan ALANAZI
Riyadh King Abdulaziz University

Dr. Xatirə ƏLİYEVA
Azerbaijan State Pedagogical University

Dr. Mustafa TALAS
Ömer Halisdemir University

Dr. Vaqif ƏLİYEV
Azerbaijan State Pedagogical University

Dr. Umran TURKYILMAZ
Gazi University

Dr. Gülçöhrə ALIYEVA
Azerbaijan State Pedagogical University

Dr. Salih OZTURK
Namık Kemal University

Dr. Sehrana KASIMI
Azerbaijan National Academy of Sciences

Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU
Siirt University

Dr. Melahat BABAYEVA
Azerbaijan State Pedagogical University

Dr. Sarash KONYRBAEVA
Kazakh State Women's Pedagogy University

Dr. Nuri KAVAK
Eskişehir Osmangazi University

Dr. Mehriban EMEK
Adiyaman University

Dr. Mehmet Nuri ÇINARCI
Van 100 Yıl University

Dr. Nazilə ABDULLAZADE
Azerbaijan State Pedagogical University

Dr. Şahin FİLİZ
Akdeniz University

Dr. TALEH HALİLOV
Nakhchıvan State University

Dr. GÜLLER ŞAHİN
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Dr. Mustafa Hilmi BULUT
Sivas Cumhuriyet University

Dr. M. Hakan CEVHER
Ege University

Dr. Arzu KALAFAT ÇAT
Bolu Abant İzzet Baysal University

Dr. Yunus DOĞAN
Fırat University

Dr. Nezihe ŞENTÜRK
Gazi University

Dr. Nevzat TETİK
Inönü University

Dr. Yasemin KÜÇÜKÖZKAN
Osmaniye State Hospital

Dr. Kerem ASMAZ
Yıldız Technical University

Dr. Ayşe Feyda NURSAL
Hitit Universiti

Dr. Emel ASLANKARAYİĞİT UĞURLU
Marmara University

Dr. Kevser KÖKLÜ
Yıldız Technical University

Dr. Sema İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ
Ege University

Dr. Mustafa ÖZKAN
Trakya University

Dr. Yasemin KÜÇÜKÖZKAN
Osmaniye State Hospital

Dr. Berkan ZÖHRA
Amasya University

Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep University

Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ
Düzce University

Dr. Nurhan KESKİN
Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt University

Dr. Arzu ALTUNTAŞ
Siirt University

Dr. Görkem ÖRÜK
Siirt University

Dr. Ahmet TERZİOĞLU
Harran University

Dr. Ali Erdal GÜNEŞ
Harran University

Dr. Hisamettin DURMAZ
Harran University

Dr. Serap Kılıç ALTUN
Harran University

Dr. Ismail Şah HAREM
Harran University

Dr. Deniz KORKMAZ
Harran University

Dr. Birten EMRE
Harran University

Dr. Nilgün PAKSOY
Harran University

FOTOĞRAF GALERİSİ








GAP
İKSAD




KÖFTE OKULU


www.iksad.org.tr
GAP ZİRVESİ
FA ÇİĞ KÖFTE OKULU


GAP
İKSAD

3. ULUSLARARASI GAP MATEMATİK - MÜHENDİSLİK - FEN VE SAĞLIK BİLİMLERİ KONGRESİ
29 KASIM - 1 ARALIK 2019
ŞANLIURFA

KONGRE YERİ: *Harran Üniversitesi, Osmanbey Kampüsü, Fen Edebiyar Fakültesi Kongre Merkezi*
Adres: *Gülveren Mahallesi, 63290 Şanlıurfa Merkez/Haliliye/Şanlıurfa, Türkiye*
Tel: *(0326) 231 31 31*

	PROGRAM AKIŞI	
ULAŞIM-1	Şehir merkezinden Harran Üniversitesi Yenişehir Kampüsü önünden Osmanbey Kampüsüne ücretsiz servis	Saat 08:30'da kalkmış olacaktır
ULAŞIM-2	Osmanbey kampüsüne ulaşim için Urfa Büyükşehir Belediyesine ait, Aktarma Merkezi 2 (T2)' den hareket eden 90 nolu araçlar ile ulaşım sağlayabilirsiniz	90 No, kendi imkanınızla ulaşım
ULAŞIM DÖNÜŞ	OSMANBEY KAMPÜSÜ KONFERANS MERKEZİ ÖNÜNDEN hareket	Saat 19:00
AÇILIŞ - Cuma	REKTÖR ve DAVETLİ KONUŞMACI	Saat 09:00-10:00
OTURUMLAR - Cuma	OTURUM BAŞKANLARI yönetir	Saat 10:00-19:00
OTURUMLAR -Cumartesi	OTURUM BAŞKANLARI yönetir	Saat 09:00-18:00
ÖĞLE YEMEKLERİ	OSMANBEY FAKÜLTESİ YEMEKHANESİ	Saat 12:00-13:00 Cuma Saat 12:00-14:00 Cumartesi
KÜLTÜREL GEZİ	Göbeklitepe, Harran gezileri (kayıt masasından detaylı bilgi)	29 Kasım ve 1 Aralık'da yapılır
KAPANIŞ GALA YEMEĞİ	SIRA GECESİ (kayıt masasından detaylı bilgi)	1 Aralık 2019

KONGRE PROGRAMI

Katılımcı Ülkeler:

Türkiye, Rusya, ABD, Almanya, Azerbaycan, Kazakistan

- **Kayıt masası kongre süresince 09:00 – 17:00 saatleri arasında hizmet verecektir**
- **Kaydınızı oturum saatinizden en geç yarım saat öncesine kadar yaptırabilirsiniz**
- **Sunum sıralaması, ara verilmesi ve oturuma ilişkin tüm hususlarda oturum başkanları tam yetkilidir**
- **Katılım belgeleri oturum sonunda oturum başkanı tarafından verilecektir**
- **Kongre programında yer ve saat değişikliği *gibi talepler dikkate alınmayacaktır***
- **Programda herhangi bir eksiklik/yazım hatası olduğunu düşünüyorsanız lütfen en geç 21 Kasım 2019 tarihine (saat 17:00) kadar e-mail ile bilgilendirme yapınız**
- **Katılım belgelerindeki yazar isimleri ve bildiri isimleri programdaki gibi basılacaktır**

3. Uluslararası GAP Matematik - Mühendislik - Fen ve Sağlık Bilimleri Kongresi

29 Kasım – 1 Aralık 2019

Şanlıurfa, TÜRKİYE

29.11.2019
CUMA / 10:00-12:00

SALON MS5, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Assist. Prof. Dr. Duygu ANAKLI
Dr. Nurşah KÜTÜK Dr. Filiz BORAN Prof. Dr. Sevil ÇETİNKAYA	THE EFFECT OF DİFFERENT TEMPERATURES ON THE GREEN REDUCTION OF GRAPHENE OXIDE
Dr. Nurşah KÜTÜK Dr. Filiz BORAN Prof. Dr. Sevil ÇETİNKAYA	BİTKİ ÖZÜTÜNDE BULUNAN POLİFENOL MİKTARININ GRAFEN OKSİTİN İNDİRGENMESİNE ETKİSİ
Erhan ONAT Mehmet Sait İZGİ Mehmet ASLAN	SODYUM BOR HİDRÜRDEN METANOLİZLE HİDROJEN ÜRETİMİNE Co-Mn-Mo-B KATALİZÖRÜNÜN KATALİTİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Mehmet Sait İZGİ Mehmet ASLAN Erhan ONAT	Ni-Ag-B ALAŞIMLI KATALİZÖRÜN SODYUM BOR HİDRÜR METANOLİZİNE KATALİTİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUTLUAY	BENZENİN MANYETİK Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENTİ ÜZERİNE ADSORPSİYONUNDA MERKEZİ KOMPOZİT TASARIM TEMELLİ YANIT YÜZEY METODUNUN KULLANILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUTLUAY	YENİ BİR ADSORBENT OLARAK PERLİT DESTEKLİ MANYETİK Fe_3O_4 NANOPARTİKÜLLERİNİN SENTEZLENMESİ VE TOLUENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONUNDA KULLANILMASI
Assist. Prof. Dr. Duygu ANAKLI	POLYMER NANOCOMPOSITES BASED ON POLY(LACTIC ACID)/MODIFIED BENTONITE CLAY
Assist. Prof. Dr. Duygu ANAKLI	ELECTROCHEMICAL EXFOLIATION OF GRAPHITE TO GRAPHENE NANOSTRUCTURES USING IONIC LIQUIDS
Ebru BATUR Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUTLUAY	TOLUEN UÇUCU ORGANİK BİLEŞİĞİNİN ŞIRNAK KÖMÜRÜNDEN ÜRETİLEN CHAR ÜZERİNE ADSORPSİYONU İÇİN PROSES KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU
Ebru BATUR Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUTLUAY	CHAR ADSORBENTİ KULLANILARAK BENZENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONU ÜZERİNE YANIT YÜZEY METODU İLE BİR MODELLEME ÇALIŞMASI
Rabia ÇALIMLI Dr. Selmihan ŞAHİN Prof. Dr. İsmail ÖZMEN	IMMOBILIZATION OF PROTEASE ONTO Fe3O4@SiO2–NH2 NANOPARTICLES AND CHARACTERIZATION OF ITS BIOCHEMICAL PROPERTIES

29.11.2019
CUMA / 10:00-12:00

SALON MS6, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. Sedat İLHAN
Prof. Dr. Sedat İLHAN	A VIEW A FAMILY OF SYMMETRIC NUMERICAL SEMIGROUPS
Prof. Dr. Sedat İLHAN Prof. Dr. Halil İbrahim KARAKAŞ Dr. Öğr. Üyesi Meral SÜER	THE RESULTS ON SOME ARF NUMERICAL SEMIGROUPS WITH MULTIPLICITY 8
Dante Jorge Dorantes-Gonzalez Aldrin Balsa-Yepes	A NEUROSCIENCE-BASED LEARNING TECHNIQUE TO STEM: FRAMEWORK AND APPLICATION
Arş. Gör. Yasin Furkan GORGULU Prof. Dr. Mustafa Arif OZGUR Prof. Dr. Ramazan KOSE	HORIZONTAL WIND TURBINE APPLICATION IN DOHA METRO, QATAR
Arş. Gör. Yasin Furkan GORGULU Prof. Dr. Mustafa Arif OZGUR Prof. Dr. Ramazan KOSE Arş. Gör. Oguz Ozan YOLCAN	VERTICAL WIND TURBINE APPLICATION IN DOHA METRO, QATAR
Hatıra GÜNERHAN	ANALYTICAL AND APPROXIMATE SOLUTIONS OF AN ALCOHOLİSM MODEL
Hatıra GÜNERHAN	THE DIFFERENTIAL TRANSFORM METHOD FOR SOLVING CHEMICAL KINETICS PROBLEMS
Beril OZCELİK Tugba AKBEN	SYNTHESIS OF MAGNETITE NANOPARTICLES COATED WITH LAURIC ACID

29.11.2019
CUMA / 13:00-15:00

SALON MS5, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY
Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	A CERTAIN SUBCLASS OF ANALYTIC AND BI-UNIVALENT FUNCTIONS INVOLVING THE EXPONENTIAL FUNCTION
Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	ON THE HORADAM POLYNOMIAL COEFFICIENT BOUNDS FOR FUNCTIONS IN A CERTAIN SUBCLASS OF THE BI-UNIVALENT FUNCTION CLASS
Ahmed ELİLYAS Doç. Dr. Abdullah ÖZKAN Arş. Gör. Dr. Vildan ÖZKAN	HEAVY METALS CONCENTRATIONS IN DRILLING FLUIDS AND DRILL CUTTINGS IN OIL EXPLORATION FIELD IN ADIYAMAN, TURKEY
Doç. Dr. Mehmet Lütfi YOLA Prof. Dr. Nuran ÖZALTIN Ahmed ELİLYAS Doç. Dr. Abdullah ÖZKAN Arş. Gör. Dr. Vildan ÖZKAN	COMPARISON OF MOLECULAR IMPRINTED NANOSENSORS FOR DETERMINATION OF TOBRAMYCIN WITH OTHER ANALYTICAL METHODS
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Şakir ECE Prof. Dr. Ömer ŞAHİN Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUTLUAY	MANYETİK Fe_3O_4/AC NANOPARTİKLERİNİN YENİ BİR ADSORBENT OLARAK SENTEZLENMESİ VE BENZENİN GAZ ADSORPSİYONUNDA KULLANIMININ İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Şakir ECE Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUTLUAY Prof. Dr. Ömer ŞAHİN	SİLİKA KAPLI VE AKTİF KARBON DESTEKLİ MANYETİK Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENT KULLANILARAK TOLUENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONU
Öğr. Gör. Dr. Emine AYTAR Hasan TAMAR Prof. Dr. Veli KASUMOV	SYNTHESIS OF METAL COMPLEXES WITH THE NEW NO TYPE LIGANTS AND CATALYTIC PROPERTIES
Öğr. Gör. Dr. Emine AYTAR Salih AKSU Prof. Dr. Veli KASUMOV	RUTHENIUM CATALYZED TRANSFER HYDROGENATION REACTIONS

29.11.2019
CUMA / 13:00-15:00

SALON MS6, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Özcan ERDOĞAN
Dr. Öğr. Üyesi Tuba ÖZGÖÇER Dr. Öğr. Üyesi Cihat UÇAR Prof. Dr. Sedat YILDIZ	YAŞAMIN ERKEN DÖNEMİNDE TEKRARLANAN BAKTERİYEL ENFEKSİYONA MARUZ KALAN VE UZUN SÜRE YÜKSEK YAĞLI DİYETLE BESLENEN SIÇANLARDA BAZI SPESİFİK HORMONLARIN DÜZEYLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Emine Zeynep TARİNİ Uzm. Dr. Leymune PARLAK	BOYUN LENF NODU EKSİZYONLARINDA HİSTOPATOLOJİK ANALİZ
Uzm. Dr. Leymune PARLAK Dr. Öğr. Üyesi Emine Zeynep TARİNİ	ORŞİEKTOMİ MATERYALLERİNDEKİ HİSTOPATOLOJİK TANILARIMIZ; 5 YILLIK ARŞİV TARAMA SONUÇLARI
Dr. Öğr. Üyesi Özcan ERDOĞAN	ELEKTRONİK BURUNUN ENFEKSİYON HASTALIKLARINDA KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Özcan ERDOĞAN	PALYATİF BAKIM HASTALARINDA ENFEKSİYON VE HEMŞİRELİK BAKIMI
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Şahin TUTAK	YÜKSEK PROCALCİTONİN VE ERİTROSİT SEDİMANTASYON HIZI DEĞERLERİNİN YOĞUN BAKIM MORTALİTE ORANLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Özlem IŞIL	PALYATİF BAKIMDA PSİKOLOJİK DESTEK
Dr. Öğr. Üyesi Özlem IŞIL	AFETLERİN PSİKOSOSYAL YÖNÜ
Dr. Özlem KAZANASMAZ	PEDİATRİK YAŞ GRUBU ADENOVİRUS'A BAĞLI AKUT GASTROENTERİT OLGULARININ KLİNİK DEĞERLENDİRMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet GÜZELÇİÇEK	ROTAVİRUSA GASTROENTERİTLERİNDE YAŞ, CİNSİYET VE MEVSİM DAĞILIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

29.11.2019
CUMA / 15:00-18:00
Bu oturuda Moderatör ara verebilir

SALON MS5, OTURUM 3.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Kasım MERMERDAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Yasin DURGUN Öğr. Gör. Dr. Ahmet Hayrullah SEVİNÇ	AFŞİN-ELBİSTAN UÇUCU KÜLÜ ESASLI GEOPOLİMERLERDE POMZA VE ATIK KİREMİT TOZU KULLANIMI ÜZERİNE BİR DENEYSEL ÇALIŞMA
Öğr. Gör. Dr. Ahmet Hayrullah SEVİNÇ	POMZA VE KAĞIT FABRİKASI UÇUCU KÜLÜ İÇEREN PVC KOMPOZİTLERİN BAZI MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Prof. Dr. H. Murat ALGIN R. Ass. Mehmet Halil DORU	USE OF FLY ASH AS AN ADDITIVE IN CEMENT STABILIZATION OF HARRAN CLAYEY SOIL
Doç. Dr. Kasım MERMERDAŞ	GENE EXPRESSION BASED MODELLING OF CHLORIDE, WATER, AND GAS PERMEABILITY OF CONCRETES MODIFIED WITH CALCINED TURKISH KAOLINS AND HIGH PURITY METAKAOLIN
Doç. Dr. Kasım MERMERDAŞ	EXPERIMENTAL EVALUATION OF FREEZING-THAWING RESISTANCES OF CONCRETES INCORPORATING CALCINED IMPURE KAOLIN AND HIGH PURITY METAKAOLIN
Dr. Öğr. Üyesi Serhat DEMİRHAN	UÇUCU KÜL İÇEREN KATKILI ÇİMENTOLARIN NANO BOYUTLU KALSİT İLE AKTİVE EDİLMESİ: KIVAM VE PRİZ SÜRELERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Serhat DEMİRHAN Barış ÖZ Levent ARSLAN	MİKRONİZE KALSİTİN FARKLI ORANLARDA UÇUCU KÜL İÇEREN KATKILI ÇİMENTOLARIN KIVAM VE PRİZ SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Alper AYDEMİR Dr. Öğr. Üyesi Neşe AÇANAL Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ETKİN KULLANILMASI: POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLER
Mehmet Celal CAN Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ŞİMŞEK İbrahim Halil İFŞAAT Alaattin SEVEN	FARKLI KAPAK AÇIKLIKLARINA SAHİP AÇIK KANAL AKIMININ SU YÜZÜNÜN RNG TÜRBÜLANS MODELİ İLE SAYISAL ANALİZİ
Alaattin SEVEN Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ŞİMŞEK Mehmet PARMAKSIZ Yavuz AVŞAROĞLU	KRİTİK ALTI AÇIK KANAL AKIMININ NÜMERİK MODELLEMESİNDE AĞ YAPISININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

29.11.2019
CUMA / 15:00-17:00

SALON MS6, OTURUM 3.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Alaaddin VURAL
Aziz ARTAN Öğr. Gör. Dr. Emrah KOPARAN	ADIYAMAN İLİNİN İKLİM ŞARTLARINDA GÜNEŞ ENERJİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Hasan ŞAHİN	ELEKTRİK AKIMI VE MİKRODALGA İLE YABANCI OT MÜCADELE YÖNTEMLERİNDE BİTKİLERİN ELEKTRİK-DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİNİN ÖNEMİ
Dr. Öğr. Üyesi Halit TAŞKIN	TÜRKİYE'DE MÜHENDİSLİK EĞİTİMİNİN SORUNLARI VE BAZI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Kasım Takım Dr. Merve Gökşin Karaslan	KARAÇALI (PALİURUS SPİNA CHRİSTİ) MEYVESİ' NİN, STREPTOZOTOSİN İLE İNDÜKLENMİŞ RAT BÖBREK DOKUSUNDA, ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ
Dr. H. Hale KARAYER	SOLVABLE POTENTIALS BY EXTENDED NIKIFOROV –UVAROV METHOD
Yıldırım İsmail TOSUN	MODELING OF HYBRID ENERGY PLANTS AND MOBILE CONSTRUCTION BASED ON THERMAL ENERGY STORAGE
Yıldırım İsmail TOSUN	MICROWAVE MELTED SALT $CaCl_2$, NaCl - Ca FERRITE, HEMATITE PELLETS FOR ORC HEAT RECOVERY
Doç. Dr. Alaaddin VURAL Prof. Dr. Abdullah KAYGUSUZ	PALEOZOYİK YAŞLI ARTABEL PLÜTONUNUN (GÜMÜŞHANE) PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
Doç. Dr. Alaaddin VURAL Prof. Dr. Abdullah KAYGUSUZ	EOSEN YAŞLI AVLİYANA GRANİTOYİDİNİN (GÜMÜŞHANE) PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI

29.11.2019
CUMA / 10:00-12:00

SALON MS8, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. İrfan YEŞİLNACAR
Öğr. Gör. Hakan YILDIZ Prof. Dr. İrfan YEŞİLNACAR	AFRİKA'NIN ALTINDAKİ UYUYAN DEV: YER ALTI SU KAYNAKLARI
Doç.Dr. Orhan BAYTAR Öğr. Gör. Hakan YILDIZ Prof. Dr. Ömer ŞAHİN	AKTİF KARBON KULLANILARAK Cr(VI) ADSORPSİYONUN YÜZEY YANIT YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ
Ömer Faruk AY Prof. Dr. Ahmet KAYA	KAHRAMANMARAŞ İLİNİN HAYVANSAL GÜBRE KAYNAĞINDAN ÜRETİLEBİLİR BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ
Prof. Dr. Metin TUNAY	ERGONOMIC APPEARANCE OF CHAINSAW OPERATORS IN FOREST HARVESTING
Prof. Dr. Metin TUNAY Esin BALCI	DETERMINATION OF THE GAS EFFECTS CAUSING DAMAGES ON FORESTS
Arzu EKİNCİ Ömer ŞAHİN Sabit HOROZ	CO-W-B KATALİZÖRÜ VARLIĞINDA DOLAYLI SODYUMBORHİDRÜR İLE ÇALIŞTIRILAN POLİMER ELEKTROLİT MEMBRAN YAKIT HÜCRELESİNİN POLARİZASYONU
Arzu EKİNCİ Ömer ŞAHİN Sabit HOROZ	H_2S ORTAMINDA KALSİNE EDİLEN Nİ KATKILI ZNS NANOPARÇACIKLARIN KARATERİZASYONU

29.11.2019
CUMA / 13:00-16:00
Bu oturumda Moderatör ara verebilir

SALON MS8, OTURUM 2	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Osman BABAYİĞİT
Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Hakan YAYKAŞLI Şemsettin TEMİZ Prof. Dr. Ahmet KAYA	3 BOYUTLU YAZICI İLE ABS FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI TABLA VE NOZUL SICAKLIKLARINDA ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ
Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Hakan YAYKAŞLI Şemsettin TEMİZ Prof. Dr. Ahmet KAYA	3 BOYUTLU YAZICI İLE FARKLI DOLGU DESENLERİ KULLANILARAK ABS VE PLA FİLAMENTLERLE ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ
Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Hakan YAYKAŞLI Şemsettin TEMİZ Prof. Dr. Ahmet KAYA	3 BOYUTLU YAZICI İLE FARKLI RENKLERDE ABS VE PLA FİLAMENTLER KULLANILARAK ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ
Fahrettin GENCER Prof. Dr. Ahmet KAYA Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER	DAİRESEL UÇ PLAKANIN HELİSEL SAVONİUS RÜZGÂR TÜRBİNİN PERFORMANSINA ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ
Ebru BİLİCİ Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Prof. Dr. Ahmet KAYA	MERKEZİ KLİMA SANTRALLERİ İÇİN TASARLANAN İÇ İÇE GEÇMİŞ BEŞLİ KESİK PİRAMİT TİP DİFÜZÖRÜN AKIŞ DAĞILIMINA ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ
Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Hakan YAYKAŞLI Şemsettin TEMİZ Prof. Dr. Ahmet KAYA	3 BOYUTLU YAZICI İLE PLA FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI TABLA VE NOZUL SICAKLIKLARINDA ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ
Serdar KAVELOĞLU Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Şemsettin TEMİZ Prof. Dr. Ahmet KAYA	3 BOYUTLU YAZICI İLE ABS FİLAMENT KULLANILARAK ÜRETİLEN SANDVİÇ KOMPOZİT YAPILARIN BASMA YÜKÜ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ
Serdar KAVELOĞLU Öğr. Gör. Muhammed Safa KAMER Şemsettin TEMİZ Prof. Dr. Ahmet KAYA	3 BOYUTLU YAZICI İLE PLA FİLAMENT KULLANILARAK ÜRETİLEN SANDVİÇ KOMPOZİT YAPILARIN BASMA YÜKÜ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ
Mak. Müh. Osman ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KAHRAMAN Dr. Öğr. Üyesi Yahya TAŞGIN	HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE OLUŞAN DİNAMİK DENGESİZLİKLERDEN KAÇINMAK İÇİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Osman BABAYİĞİT	ISI TAŞINIM EĞİTİM SETİNDE YAPILAN BİR DENEYİN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ ANALİZİ

30.11.2019
CUMARTESİ / 09:00-11:00

SALON MS5, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Mahmut MODANLI
Dr. Öğr. Üyesi Sukran UYGUN Hasan KARATAŞ	RELATIONS BETWEEN BI-PERIODIC JACOBSTHAL SEQUENCE AND BI-PERIODIC JACOBSTHAL LUCAS SEQUENCE
Dr. Öğr. Üyesi Sukran UYGUN Hülya AYTAR	THE BOUNDS FOR THE SPECTRAL NORMS OF TOEPLITZ MATRICES WITH k- JACOBSTHAL and k-JACOBSTHAL LUCAS NUMBERS
Dr. Öğr. Üyesi Sukran UYGUN	RELATIONS BETWEEN BI-PERIODIC JACOBSTHAL SEQUENCE AND BI-PERIODIC JACOBSTHAL LUCAS SEQUENCE
Yusuf ALAGÖZ	MODÜL VE HALKALARIN MAX-COTORSION BOYUTLARI
Yusuf ALAGÖZ	BAĞIL KAVRAMLAR AÇISINDAN CO-ABSOLUTELY CO-PURE MODÜLLERİN SAĞ DİK ORTOGONAL SINIFI
Assoc. Prof. Erhan PİŞKİN Nazlı IRKIL	EXISTENCE FOR THE BEAM EQUATION WITH LOGARITHMIC SOURCE TERM
Assoc. Prof. Erhan PİŞKİN Nazlı IRKIL	LONG TIME BEHAVIOUR OF THE HYPERBOLIC-TYPE EQUATION WITH LOGARITHMIC SOURCE TERM
Doç. Dr. Mahmut MODANLI	VON NEUMANN METODU İLE KESİRLİ MERTEBEDEN TELEGRAF KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN KARARLILIĞI VE NÜMERİK ÇÖZÜMÜ
Doç. Dr. Mahmut MODANLI	BASSET KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİNİN DUFORT-FRANKEL METODUYLA NÜMERİK ÇÖZÜMÜ
Doç. Dr. Mahmut MODANLI	ATANGANA-BALEANU CAPUTO KESİRLİ TÜREV OPERATÖRÜ İLE TANIMLI KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN EXPLICIT METODUYLA NÜMERİK ÇÖZÜMÜ

30.11.2019
CUMARTESİ / 09:00-11:00

SALON MS6, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Serkan KAYA
İsmail USTA Muhammet UZUN Kübra YILDIZ	SENSÖR ÖZELLİĞİ GÖSTEREN GİYİLEBİLİR ELEKTRONİK TEKSTİL UYGULAMALARI
Cansu KAYAN Fatma Mina ÖZTOP Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN	YEŞİL LOJİSTİK ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI
Cansu KAYAN Fatma Mina ÖZTOP Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN	BİR AMELİYAT MALZEMELERİ FABRİKASINDA HATA TÜRLERİ ANALİZİ
Dr. Öğr. Üyesi Serkan KAYA Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI	TOPLAM GECİKME ÖLÇÜTLÜ ESNEK ATÖLYE TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN YEREL ARAMA ALGORİTMASI
İzzettin Hakan KARAÇİZMELİ Dr. Öğr. Üyesi Serkan KAYA	"KOBİ"LERDE STRATEJİK YÖNETİM
İzzettin Hakan KARAÇİZMELİ	TEMEL YETENEK ANALİZİ VE BİR ÖRNEK
Şeyda GÜR Tamer EREN Serkan KAYA	EKO KENT GELİŞTİRMEDE TEMEL BAŞARI FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Şeyda GÜR Tamer EREN	SAĞLIKTA ENDÜSTRİ 4.0 VE UYGULAMALARI
Cihangir KAPLAN Cem GÜLEÇ Ömer Faruk ÜNAL	KRANK KASNAĞINDA KULLANILAN KAUÇUK BİLEŞENİN HIZLANDIRILMIŞ TEST YAKLAŞIMI İLE YORULMA ÖMRÜNÜN TAHMİN EDİLMESİ

30.11.2019
CUMARTESİ / 11:00-13:00

SALON MS5, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. Mehmet BAYRAKTAR
Arş. Gör. Dr. Faruk KARAHAN	GELENEKSEL TEDAVİDE CİLT HASTALIKLARINA KARŞI KULLANILAN BAZI TIBBİ BİTKİLER
Arş. Gör. Dr. Faruk KARAHAN	HATAY'DA HALK İLACI OLARAK KULLANILAN BAZI LAMIACEAE (BALLIBABAGİLLER) TÜRLERİ
Arş. Gör. Dr. Faruk KARAHAN	GELENEKSEL TEDAVİDE METABOLİZMA RAHATSIZIKLARINA KARŞI KULLANILAN BAZI TIBBİ BİTKİLER
Mehmet FİDAN İbrahim TEĞİN Mehmet Emre EREZ Süleyman Mesut PINAR Hüseyin EROĞLU	LOKAL ENDEMİK DİPLOTAENİA BİNGOLENSİS'İN SU VE ETANOL EKSTRAKLARININ BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ
İbrahim TEĞİN Mehmet FİDAN	LOKAL ENDEMİK SALVİA SİİRTİCA'NIN ESANSİYEL VE ESANSİYEL OLMAYAN ELEMENTLERİNİN ICP-MS İLE ANALİZİ
Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ	KÖKENİ AVRUPA'DAN OLAN EVCİL KOYUN MERİNOS IRKININ MTDNA D-LOOP GEN BÖLGESİNİN DİZİ ANALİZİ
Dr. Öğr. Üyesi Adnan KİRMİT Dr. Öğr. Üyesi Mahmut DEMİR	SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA SERUM TAU PROTEİNİ VE HEM OKSİJENAZ-1 ENZİM DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Bermal Büşra DEMİR Fatma KORUK	ŞANLIURFA'DA KADINLARIN KANSER TARAMA YÖNTEMLERİNİ BİLME VE KULLANMA DURUMLARI
Prof. Dr. Mehmet BAYRAKTAR Hüseyin GÜMÜŞ Abdullah SOLMAZ	A CASE REPORT OF RALSTONIA PICKETTII IN PEDIATRIC INTENSIVE CARE PATIENT WITH MECHANICAL VENTILATION
Prof. Dr. Mehmet BAYRAKTAR MEDİNE CÖMERT	HASTANEMİZE BAŞVURAN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ BASKILANMIŞ HASTALARDA CRYPTOSPORİDİUM SPP VE GİARDİA İNTESTİNALİS SIKLIĞININ ARAŞTIRILMASI
Doç. Dr. Nihayet BAYRAKTAR Doç. Dr. Hacer UYANIKOĞLU Hasip TAŞ Prof. Dr. Mehmet BAYRAKTAR	GESTASYONEL DİABETLİ HASTALARDA SERUM ÜRİK ASİT VE KREATİNİN DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Nihayet BAYRAKTAR Doç. Dr. Hacer UYANIKOĞLU Hasip TAŞ	GESTASYONEL DİABETLİ HASTALARDA SERUM ÜRİK ASİT VE KREATİNİN DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

30.11.2019
CUMARTESİ / 11:00-13:00

SALON MS6, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Elif EKER KAHVECİ
Doç. Dr. Ceyran AHMEDOVA	СИСТЕМЕ HoTe-In
А.В. Джафарлы Ф.М. Садыгов С.Г. Мамедова Е.К. Джафарова Doç. Dr. Ceyran AHMEDOVA	ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМЕ $TmSe-Sb_2Se_3$
Erdal YABALAK A. Murat GİZİR	AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY APPROACH TO THE TREATMENT OF WASTEWATER OF AGROCHEMICALS PRODUCTION PLANTS: SUBCRITICAL WATER OXIDATION METHOD
Erdal YABALAK	GREEN CHEMISTRY AND NANO MATERIALS: NANO MoO_3 PRODUCTION IN SUBCRITICAL WATER MEDIUM
Esin EREN	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF PANI-TiO2-BASED FLEXIBLE THIN FILM
Koray ÇİFTÇİ	BAĞLAŞIK SİSTEMLERİN SENKRONİZASYON MALİYETİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Bülent KIRKAN Müge Nur DEMİRHAN	4-HİDROKSİ-N′-((TİYOFEN-2-İL)METİLEN) BENZOHİDRAZİT İLE MODİFİYE EDİLEN SİLİKAJEL KULLANILARAK SULU ORTAMDAN TORYUM (IV) İYONLARININ GİDERİLMESİ
Dr. Elif EKER KAHVECİ Prof. Dr. Imdat TAYMAZ	PERFORMANCE ANALYSIS OF A PEM FUEL CELL STACK BY USING DESIGN OF EXPERIMENTS (DOE)

30.11.2019
CUMARTESİ / 13:00-15:00

SALON MS5, OTURUM 3.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Binnaz TAKKASIZ Dr. Öğr. Üyesi Özgür YAKIŞAN	TIBBİ CİHAZ SEKTÖRÜ TIBBİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARINDA İNOVASYON, YAPAY ZEKA VE PERSONEL ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Yunus DEMİR	HEKİMLERİN KARŞILAŞTIKLARI PROBLEMLERİN DEFANSİF TIP AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Miray GÖKTÜRK	SAĞLIK KURUMLARINDA HASTA HAKLARI MEMNUNİYETİNİN ÖLÇÜLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Esin Benhür AKTÜRK	ÖRGÜTSEL ADALETİN İŞ MOTİVASYONUNA ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Sinem ÇALLI	ORGAN NAKLİNDE SAĞLIK TURİZMİ
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Fatih TEMUR	SAĞLIK KURUMLARINDA İSRAFIN ÖNEMİ VE YALIN HASTANE
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN FATIMAH ARJUMAN ALI SAFFAR	SAĞLIK TURİZMİ KAPSAMINDA MEDİKAL (TIBBİ) TURİZM VE TÜRKİYE'NİN OLANAKLARI İLE ÜLKELERİN KIYASLAMASI
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Dr. Rana Özyurt KAPTANOĞLU	SOSYAL MEDYA İLE PAZARLAMA ALGISI
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Fatma Tahta İÇÖZ	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN VE AKADEMİSYENLERİN CİNSEL İSTİSMARA YÖNELİK ÖNERİLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Fazilet TURAN	İŞ TATMİNİ VE ÖRGÜTSEL BAĞLILIK
Fatma Feyzan AYDIN İndrani KALKAN	YENİ NESİLDE BESLENME OKURYAZARLIĞI EĞİTİMİNİN FARKINDALIK DÜZEYİNE ETKİSİ

30.11.2019
CUMARTESİ / 13:00-15:00

SALON MS6, OTURUM 3.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Safiye Meriç AÇIKEL
Betül BAYRAK Roya CHOUPANİ Erdoğan DOĞDU	LINK PREDICTION ON SMALL SCALE KNOWLEDGE GRAPH
Merve GÜLLÜ Hüseyin POLAT	CLASSIFICATION OF CHRONIC KIDNEY DISEASE BY MACHINE LEARNING METHODS
Mustafa YILMAZ Emrah DOKUR Mehmet KURBAN	İZMİR İLİ RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN GRAFİK METOT TABANLI ANALİZİ VE UYGULAMASI
Mustafa YILMAZ Emrah DOKUR Mehmet KURBAN	MARMARA BÖLGESİNİN RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN WEİBULL DAĞILIMI KULLANILARAK ANALİZİ
Mahmut İNALI Prof. Dr. Nuran DOĞRU	CONVERSION OF SOLAR ENERGY TO ELECTRICAL ENERGY USING SOLAR CELLS AND INCREASING EFFICIENCY OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY SYSTEMS WITH SOLAR CELLS
Öğr. Gör. Hikmet KIRMIZITAŞ Dr. Öğr. Üyesi Nurettin BEŞLİ	GÖRÜNTÜ GÜRÜLTÜSÜNÜN YEREL OLMAYAN ORTALAMA METODUNUN YEREL İSTATİSTİKLER YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLMESİYLE TEMİZLENMESİ
Saib ATAY Ahmet Serdar YILMAZ	ÇATI TİPİ GÜNEŞ PANELLERİNİN VERİM VE KAYIPLARINI ARTIRAN DIŞ ETKENLERİN İNCELENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Safiye Meriç AÇIKEL Doç. Dr. Meruyert KAYGUSUZ Prof. Dr. Ahmet ASLAN	ATMOSFERİK BASINÇ PLAZMA TEKNOLOJİSİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ KÜÇÜKBAŞ DERİLERİN İŞLENTİSİNDE RETENAJ PROSESİ ATIK SU PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI
Zeynep ÖZDEMİR Prof. Dr. Mehmet TEKEREK Prof. Dr. A. Serdar YILMAZ	NESNELERİN İNTERNETİ TEKNİĞİNİN DOĞRU AKIM MOTORLARINA UYGULANMASI
Mehmet Bedri DOĞRUYOL Nurettin BEŞLİ	YAPAY SİNİR AĞLARI KONTROLLÜ DİNAMİK REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

30.11.2019 CUMARTESİ / 15:00-17:00	
SALON MS5, OTURUM 4.	**OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI**
Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI Prof. Dr. Gökhan ABAY Arş. Gör. Türker OĞUZTÜRK Arş. Gör. Merve ÜÇOK	KENTSEL REKREASYONEL ALANLARDA Kİ BİTKİ VARLIĞI; RİZE MESUT YILMAZ SAHİL PARKI ÖRNEĞİ
Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI Arş. Gör. Merve ÜÇOK	PLANLAMA HİYERARŞİSİNDE FİZİKİ PLAN SINIRLARI VE PEYZAJ PLANLAMA
Dr. Öğr. Üyesi Müberra PULATKAN Öğr. Gör. Gülcay Ercan OĞUZTÜRK	KENT İÇİ YOL AĞAÇLANDIRMALARI; DİYARBAKIR KENTİ ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Nilgün GÜNEROĞLU Öğr. Gör. Gülcay Ercan OĞUZTÜRK	TARIMSAL PEYZAJLARIN TURİZM POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI Prof. Dr. Gökhan ABAY Arş. Gör. Türker OĞUZTÜRK Arş. Gör. Merve ÜÇOK	KENTSEL PARK ALANLARINDAKİ BİTKİLERDEN HERBARYUM YAPIMI
Prof. Dr. Turan YÜKSEK Arş. Gör. Türker OĞUZTÜRK Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI Feyzanur SOYYİĞİT Cansel DELİBAŞ	FARKLI BESİ ORTAMLARINDA ORGANİK SOLUCAN GÜBRESİ VE TORF UYGULAMALARININ PLECTRANTHUS AMBOİNİCUS (LOUR.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ
Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI Arş. Gör. Ayşegül AKŞEHİRLİOĞLU	TARİHİ ÇEVREDE TASARIM YAKLAŞIMLARINA ULUSLARARASI BİR ÖRNEK; ZİBO
Dr. Öğr. Üyesi Leyla KADERLİ Dr. Öğr. Üyesi Hale KOZLU Arş. Gör. Ayşegül AKŞEHİRLİOĞLU	KALE YAPILARININ YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİ; KAYSERİ KALESİ

30.11.2019 CUMARTESİ / 15:00-17:00	
SALON MS6, OTURUM 4.	**OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Coşkun ÖZALP**
Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE Arş. Gör. İlyas ALADAĞ	RÜZGÂR ENERJİSİ UYGULAMALARI İÇİN WEİBULL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İKİ FARKLI YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI
Arş. Gör. Ertuğrul ŞEKEROĞLU Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE Doç. Dr. Coskun ÖZALP	H-DARRİEUS TİPİ BİR SU TÜRBİNİNİN AKIŞ KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ
Yük. Müh. Cemre POLAT Arş. Gör. Mustafa SÖYLER Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE Doç. Dr. Coşkun ÖZALP	KÜP ŞEKLİNDEKİ BİNA MODELİ ETRAFINDAKİ AKIŞIN DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ
Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE Tennur KISAKÜREK	TÜRKİYE İÇİN ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Coşkun ÖZALP Arş. Gör. Mustafa SÖYLER	SİLİNDİR ÜZERİNDEKİ AKIŞIN PASİF AKIŞ KONTROLÜ İLE SAYISAL ANALİZİ
Doğan Burak SAYDAM Doç. Dr. Coşkun ÖZALP Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN	YEŞİL ÇATI SİSTEMLERİNİN BİNALARIN ISITMA ENERJİSİ İHTİYACINA ETKİSİ
Dr. Tuğba ASLAN	DISTANCE OF LARGE POWERS IN THE SUBSTITUTION GROUP OF FORMAL POWER SERIES FOR p=2
Dilan KAYA Emrah DOKUR Mehmet KURBAN	FARKLI EĞİTİM ALGORİTMALARI KULLANARAK YSA TABANLI GÜNEŞ IŞINIM ŞİDDETİNİN TAHMİNİ VE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
Dilan KAYA Emrah DOKUR Mehmet KURBAN	GÜNEŞ IŞINIM ŞİDDETİNİN TAHMİNİNDE DALGACIK AYRIŞTIRMA YÖNTEMİNİN KULLANILMASININ ANALİZİ VE UYGULAMASI
Arş. Gör. Kamil Neyfel ÇERÇİ Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN	DÜŞÜK SICAKLIKTA FARKLI RÖLATİF NEM DEĞERLERİNDE YERFISTIĞI ÜRÜNÜNÜN KURUTULMASI
Arş. Gör. Kamil Neyfel ÇERÇİ YL. Öğr. Doğan Burak SAYDAM	HAVALI GÜNEŞ KOLEKTÖRÜNÜN PERFORMANSININ ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON VE KARAR AĞACI YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

30.11.2019
CUMARTESİ / 09:00-11:00

SALON MS7, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ
Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ	GÖBEKLİTEPE'NİN KOYUN EVCİLLEŞTİRİLMESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK Alptekin ÖZDEMİR Hande Nur ALP Gökhan KAYA	TÜRKİYE'DE GÜNEŞ VE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ İNDEKSİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZLE BELİRLENMESİ
Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK Alptekin ÖZDEMİR Hande Nur ALP Gökhan KAYA	RÜZGÂR TÜRBİNLİ VE GÜNEŞ PANELLİ HİBRİT AKILLI ÇEVRE AYDINLATMA SİSTEMLERİ TASARIMI
Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK	4-EKSENLİ MAKİNLER İLE DOĞAL TAŞLARIN İŞLEMESİNDE KESME KUVVETİ VE ENERJİSİNİN ETKİSİ
Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN	APPLICABILITY OF THE NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM (USA) FOR MANAGEMENT OF FLOOD AREAS IN TURKEY
Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN	EVALUATION OF FLOOD MANAGEMENT SYSTEM IN TURKEY
Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN	EVAULATION OF TURKISH FLOOD REGULATIONS WITH EU FLOOD DIRECTIVE
Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN	TREND ANALYSIS OF MINIMUM FLOW DATA IN KONYA BASIN

30.11.2019
CUMARTESİ / 11:00-13:00

SALON MS7, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Assist. Prof. Dr. Ahmet GÜLLÜ
Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN Prof. Dr. M. Serdar AKIN Feride DAŞNİK-ŞEKER Çiğdem FEDAİ	LACTOBACİLLUS ACİDOPHİLUS VE LACTOBACİLLUS CASEİ İÇİN POTANSİYEL PREBİYOTİK OLARAK BÖRÜLCE UNU
Prof. Dr. M. Serdar AKIN Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN Gizem YÜCEGÖNÜL Kübra NURDAĞ	FARKLI ORANLARDA İSOT İLAVESİNİN DONDURMALARIN RENK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Prof. Dr. M. Serdar AKIN Kübra NURDAĞ	YAĞI AZALTILMIŞ DONDURMADA POTANSİYEL YAĞ İKAMESİ OLARAK BÖRÜLCE, SARI MERCİMEK, KARABUĞDAY VE YULAF
Mehmet Şükrü KARAKUŞ Prof. Dr. A. Ferit ATASOY	EFFECTS OF GARLIC CONCENTRATIONS ON pH CHANGE KINETICS DURING DIFFERENT STAGES OF CACIK PRODUCTION
Mehmet Şükrü KARAKUŞ Prof. Dr. A. Ferit ATASOY	DETERMINATION OF pH CHANGE KINETICS DURING READY TO USE CACIK PRODUCTION: EFFECTS OF CUCUMBER CONCENTRATIONS
Mehmet Şükrü KARAKUŞ Prof. Dr. A. Ferit ATASOY	SARIMSAK KONSANTRASYONUNUN CACIĞIN RENK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Deniz GÖLBAŞI Prof. Dr. Ertan BUYRUK Dr. Öğr. Üyesi Koray KARABULUT	ÜÇLÜ OLARAK YERLEŞTİRİLMİŞ ÇATISIZ BİNALARDA BİNA MESAFELERİNİN AKIŞ YAPISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ
Assist. Prof. Dr. Ahmet GÜLLÜ Serkan HASANOĞLU Assist. Prof. Dr. Mert TOLON	FREQUENCY CONTENT PREDICTION OF EARTHQUAKE RECORDS THROUGH SOIL PARAMETERS: PRELIMINARY ATTEMPTS

30.11.2019
CUMARTESİ / 13:00-15:00

SALON MS7, OTURUM 3.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Muhamet AFŞİN
M. Bahar DOĞAN Prof. Dr. Emine DOĞRU BOLAT	ŞEKER HASTALIĞI TEDAVİSİNDE KULLANILAN İNSÜLİN(INS) GENİNİN HAYVAN TÜRLERİNDEKİ GEN UYUMUNUN TESPİTİ
Dr. Tuba OZ Dr. Öğr. Üyesi Ayse Feyda NURSAL Doç. Dr. Serbulent YİGİT Dr. Öğr. Üyesi Ismail KAYA Doç. Dr. Hasan Emre AYDIN	ACAN GENE VNTR VARIANT AND SUSPECTIBILITY TO INTERVERTEBRAL DISC DEGENERATION IN A TURKISH POPULATION
Dr. Öğr. Üyesi Ayse Feyda NURSAL Dr. Hasan Mervan AYTAÇ Doç. Dr. Hayriye Sentürk CİFTCİ Dr. Menekse Sila YAZAR Dr. Yasemin OYACI Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN Prof. Dr. Sacide PEHLİVAN	TNF-α-308 G/A VARIANT MIGHT BE ASSOCIATED WITH BIPOLAR DISORDER IN A TURKISH POPULATION
Dr. Rahim ARSLAN Öğr. Gör. Bahar TÜRKMENOĞLU	HEMŞİRELERİN TEMEL İLK YARDIM BİLGİ DÜZEYLERİ; CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ UYGULAMASI
Dr. Rahim ARSLAN Öğr. Gör. Bahar TÜRKMENOĞLU	MESLEK YÜKSEK OKULU ÖĞRENCİLERİNİN TEMEL İLK YARDIM DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Rahim Arslan Öğr. Gör. Bahar TÜRKMENOĞLU	MYO ÖĞRENCİLERİNİN KİŞİSEL HİJYEN DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ
Doç. Dr. Fatma ERSİN Hemşire Gül KILIÇ DEDEOĞLU	MEME KANSERİ KADERCİLİK ALGISI VE MEME KANSERİ ERKEN TANI DAVRANIŞLARI
Dr. Muhamet AFŞİN	İNFERTİLİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖR: YAŞ
Dr. Muhamet AFŞİN	VARİKOSELLİ HASTALARDAN AMELİYAT ÖNCESİ VE SONRASI ALINAN SPERMİYUMLARIN MORFOLOJİLERİNİN KRUGER KRİTERLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

30.11.2019
CUMARTESİ / 15:00-17:00

SALON MS7, OTURUM 4.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Sibel TÜREDİ
Öğr. Gör. Şeyma TRABZON Dr. Öğr. Üyesi Havva SERT	GASTROÖZOFAGEAL REFLÜ HASTALARINDA GASTROİNTESTİNAL SEMPTOMLARIN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Songül DOĞANAY	EGZERSİZİN TROİD HORMANLARI ÜZERİNE ETKİLERİ
Öğr. Gör. Şeyma TRABZON Dr. Öğr. Üyesi Songül DOĞANAY Öğr. Gör. Seda GÖGER	NİKOTİN BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Songül DOĞANAY Öğr. Gör. Şeyma TRABZON Öğr. Gör. Seda GÖGER	NİKOTİN BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE UYKU KALİTESİ İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Arş. Gör. Halil DOLAP Dr. Arş. Gör. Halil ASLAN Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜMÜŞ	MORTALİTE GELİŞEN PERİNATAL ASFİKSİ OLGULARIN RETROSPEKTİF İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ Arş. Gör. Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU	ÇOCUK İHMAL VE İSTİSMARINDA ÖĞRETMENLERİN ROLÜ
Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ Arş. Gör. Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU	HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN SİGARA BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER
Aziz AKSOY Tuba GÜNDÜZ	ACİL MÜDAHELE EKİPLERİNİN ADLİ VAKA OLGULARINA MÜDAHELE YAKLAŞIMLARI
Hatice HANCI Dr. Öğr. Üyesi Sibel TÜREDİ Ersan ODACI	GEBELİK DÖNEMLERİNİN TAMAMINDA KESİNTİSİZ GÜNDE BİR SAAT SÜREYLE 900 MEGAHERTZ ELEKTROMANYETİK ALAN ETKİSİNE MARUZ KALAN SPRAQUE DAWLEY SIÇANLARIN DİŞİ YAVRULARININ POSTNATAL 75. GÜNDE DALAK VE TİMUS DOKULARINDA MEYDANA GELEN MORFOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe KILIÇARSLAN Fazilet TURAN	İŞ TATMİNİ VE ÖRGÜTSEL BAĞLILIK

30.11.2019
CUMARTESİ / 15:00-17:00

SALON SB1, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Aziz AKSOY
Doç. Dr. Aziz AKSOY Diyetisyen Rahime EREN	MATERNAL KAFEİN TÜKETİMİ; FETÜS VE KAFEİN
Doç. Dr. Aziz AKSOY Diyetisyen Rahime EREN	MENOPOZ VE SİGARA TÜKETİMİ
Doç. Dr. Aziz AKSOY Diyetisyen Sebahat KARADAVUT	POLİS MEMURLARININ BESLENME, ÖĞÜN ATLAMA VE FİZİKSEL AKTİVİTE ALIŞKANLIKLARININ VÜCUT KİTLE İNDEKS DEĞERLERİYLE İLİŞKİSİ
Öğr. Gör. Hasan IŞIK Dr. Öğr. Üyesi Zeynal TOPALCENGIZ Doç. Dr. Aziz AKSOY	FARKLI YETİŞTİRME ORTAMLARINDA YETİŞTİRİLEN MİKROFİLİZLERİN AEROBİK MEZOFİLİK BAKTERİ (AMB) VE TOPLAM MAYA KÜF SAYIMI (TYMC) POPÜLASYONLARININ BELİRLENMESİ
Doç. Dr. Aziz AKSOY Diyetisyen Emine YAYLA	YATILI OKULLARDA KALAN 10–14 YAŞ GRUBU ÖĞRENCİLER İLE EVDE KALIP NORMAL OKULA GİDEN ÖĞRENCİLERİN GELİŞME VE BÜYÜME EĞRİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Neşe Başak TÜRKMEN Prof. Dr. İsmail ÖZMEN Prof. Dr. Bülent DEDE Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN	SCHIFF BAZI BAKIR-MANGAN KOMPLEKSİNİN PROSTAT KANSERLİ HÜCRE HATLARINDA SİTOTOKSİTESİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Öğr Üyesi TALEH HALİLOV	CELİL MEMMEDGULUZADENİN AYDINLANMA FİKİRLERİ
Nurlan AKHMETOV Dr. Gani İSAYEV	HAYVANSAL VE BİTKİSEL ATIKLARDAN BİYOGAZ ÜRETİMİ
Hemşire Berma Büşre DEMİR Doç. Dr. Fatma KORUK	ŞANLIURFA'DA KADINLARIN KANSER TARAMA YÖNTEMLERİNİ BİLME VE KULLANMA DURUMLARI

POSTER SUNUMLAR

Doç. Dr. Derya DAVARCI Dr. Elif ŞENKUYTU Doç. Dr. Yunus ZORLU	PARABEN DERIVATIVES OF SPERMINE-BRIDGED CYCLOTRIPHOSPHAZENES
Dr. Elif ŞENKUYTU Doç. Dr. Derya DAVARCI Doç. Dr. Yunus ZORLU	PARABEN SUBSTITUTED-DISPIROBINO SPERMINE DERIVATIVE CYCLOTRIPHOSPHAZENE COMPOUNDS
Arş. Gör. Yağmur Meltem KIZILKAYA Arş. Gör. Tufan TOPAL Prof. Dr. Vedat UYAK	İÇME SUYU KAYNAKLARINDA DEZENFEKSİYON YAN ÜRÜNLERİ OLUŞUMUNUN MODELLENMESİ

İÇİNDEKİLER

KONGRE KÜNYESİ	I
BİLİM KURULU	II
FOTOĞRAF GALERİSİ	III
KONGRE PROGRAMI	IV
İÇİNDEKİLER	V

TAM METİNLER

Hikmet KIRMIZITAŞ & Nurettin BEŞLİ ***GÖRÜNTÜ GÜRÜLTÜSÜNÜN YEREL OLMAYAN ORTALAMA METODU VE YEREL İSTATİSTİKLER KULLANIMIYLA BİRLEŞTİRİLMESİYLE GİDERİLMESİ***	**1-5**
Mehmet Bedri DOĞRUYOL & Nurettin BEŞLİ ***YAPAY SİNİR AĞLARI KONTROLLÜ DİNAMİK REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU***	**6-15**
Aziz AKSOY & Emine YAYLA ***YATILI OKULLARDA KALAN 10–14 YAŞ GRUBU ÖĞRENCİLER İLE EVDE KALIP NORMAL OKULA GİDEN ÖĞRENCİLERİN GELİŞME VE BÜYÜME EĞRİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**16-22**
Şerif KURTULUŞ ***NADİR GÖRÜLEN BİR HASTALIK: PULMONER LANGERHANS HÜCRELİ HİSTİOSİTOZİS X OLGUSU***	**23-26**
Faruk KARAHAN ***GELENEKSEL TEDAVİDE METABOLİZMA RAHATSIZIKLARINA KARŞI KULLANILAN BAZI TIBBİ BİTKİLER***	**27-41**
Faruk KARAHAN ***GELENEKSEL TEDAVİDE CİLT HASTALIKLARINA KARŞI KULLANILAN BAZI TIBBİ BİTKİLER***	**42-51**
Kasım MERMERDAŞ ***GENE EXPRESSİON BASED MODELLİNG OF CHLORİDE, WATER, AND GAS PERMEABİLİTY OF CONCRETES MODİFİED WİTH CALCİNED TURKİSH KAOLİNS AND HİGH PURİTY METAKAOLİN***	**52-60**
Kasım MERMERDAŞ ***EXPERIMENTAL EVALUATION OF FREEZING-THAWING RESISTANCES OF CONCRETES INCORPORATING CALCINED IMPURE KAOLIN AND HIGH PURITY METAKAOLIN***	**61-68**
Дж. А.Ахмедова ***СИСТЕМА HoTe-In***	**69-75**
А.В. Джафарлы., Ф.М. Садыгов., С.Г.Мамедова, Е.К. Джафарова., Дж. А.Ахмедова ***ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМЕ Sb2Se3-TmSe***	**76-80**
Ertuğrul ŞEKEROĞLU, Bülent YANIKTEPE, Coşkun ÖZALP ***FLOW ANALYSIS OF H-DARRIEUS TURBINE***	**81-88**
Merve GÜLLÜ & Hüseyin POLAT ***CLASSIFICATION OF CHRONIC KIDNEY DISEASE BY MACHINE LEARNING METHODS***	**89-98**

Turan YÜKSEK, Türker OĞUZTÜRK, Ömer Lütfü ÇORBACI, Feyzanur SOYYİĞİT, Cansel DELİBAŞ ***FARKLI BESİ ORTAMLARINDA ORGANİK SOLUCAN GÜBRESİ VE TORF UYGULAMALARININ PLECTRANTHUS AMBOİNİCUS (LOUR.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ***	**99-109**
Aziz AKSOY & Rahime EREN ***MATERNAL KAFEİN TÜKETİMİ; FETÜS VE KAFEİN***	**110-115**
Ali ÇİFTÇİ, M. Nuri URAL, Alaaddin VURAL ***N-GRAM ANALİZİ İLE BAZ METAL (Pb-Zn-Cu) VE SOSYAL/SİYASAL /EKONOMİK OLAYLARIN İLİŞKİLENDİRİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI***	**116-124**
Alaaddin VURAL, M. Nuri URAL, Ali ÇİFTÇİ ***N-GRAM YÖNTEMİ İLE DEĞERLİ METALLERİN SOSYAL /SİYASAL/ EKONOMİK OLAYLARLA İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**125-134**
M. Nuri URAL, Alaaddin VURAL, Ali ÇİFTÇİ ***NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN (NTE) LİTERATÜRDE KULLANIM SIKLIĞININ N-GRAM YÖNTEMİ İLE ANALİZİ VE SOSYAL/ SİYASAL/EKONOMİK OLAYLARLA KARŞILAŞTIRILMASI***	**135-144**
Özlem KAZANASMAZ ***PEDİATRİK YAŞ GRUBU ADENOVİRUS'A BAĞLI AKUT GASTROENTERİT OLGULARININ KLİNİK DEĞERLENDİRMESİ***	**145-151**
Aziz AKSOY & Sebahat KARADAVUT ***POLİS MEMURLARININ BESLENME, ÖĞÜN ATLAMA VE FİZİKSEL AKTİVİTE ALIŞKANLIKLARININ VÜCUT KİTLE İNDEKS DEĞERLERİYLE İLİŞKİSİ***	**152-160**
Gencay SARIIŞIK, Alptekin ÖZDEMİR, Hande Nur ALP ***RÜZGÂR TÜRBİNLİ VE GÜNEŞ PANELLİ HİBRİT AKILLI ÇEVRE AYDINLATMA SİSTEMLERİ TASARIMI***	**161-169**
Gencay SARIIŞIK, Alptekin ÖZDEMİR, Gökhan KAYA, Hande Nur ALP ***TÜRKİYE'DE GÜNEŞ VE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ İNDEKSİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZLE BELİRLENMESİ***	**170-179**
Gencay SARIIŞIK ***4-EKSENLİ MAKİNLER İLE DOĞAL TAŞLARIN İŞLEMESİNDE KESME KUVVETİ VE ENERJİSİNİN ETKİSİNİN İNCELENMES***	**180-190**
Adnan KİRMİT & Mahmut DEMİR ***SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA SERUM TAU PROTEİNİ VE HEM OKSİJENAZ-ENZİM DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**191-198**
Nilgün GÜNEROĞLU & Gülcay Ercan OĞUZTÜRK ***TARIMSAL PEYZAJLARIN TURİZM POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**199-205**
Müberra PULATKAN & Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK ***KENT İÇİ YOL AĞAÇLANDIRMALARI; DİYARBAKIR KENTİ ÖRNEĞİ***	**206-215**
Alaaddin VURAL & Abdullah KAYGUSUZ ***EOSEN YAŞLI AVLİYANA GRANİTOYİDİNİN (GÜMÜŞHANE) PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI***	**216-230**
Murat ÖZYAVUZ, Ömer Lütfü ÇORBACI, Merve ÜÇOK ***PLANLAMA HİYERARŞİSİNDE FİZİKİ PLAN SINIRLARI VE PEYZAJ PLANLAMA***	**231-238**

Alaaddin VURAL & Abdullah KAYGUSUZ ***PALEOZOYİK YAŞLI ARTABEL PLÜTONUNUN (GÜMÜŞHANE) PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ***	**239-252**
Nihayet BAYRAKTAR, Hacer UYANIKOĞLU, Hasip TAŞ ***GESTASYONEL DİABETLİ HASTALARDA SERUM ÜRİK ASİT VE KREATİNİN DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ***	**253-258**
Mehmet BAYRAKTAR & MEDİNE CÖMERT ***HASTANEMİZE BAŞVURAN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ BASKILANMIŞ HASTALARDA CRYPTOSPORİDİUM SPP. VE GİARDİA İNTESTİNALİS SIKLIĞININ ARAŞTIRILMASI***	**259-272**
Mehmet BAYRAKTAR, Hüseyin GÜMÜŞ, Abdullah SOLMAZ ***A CASE REPORT OF RALSTONİA PİCKETTİİ İN PEDİATRİC İNTENSİVE CARE PATİENT WİTH MECHANİCAL VENTİLATİON***	**273-275**
Serkan KAYA & Nilgün FIĞLALI ***TOPLAM GECİKME ÖLÇÜTLÜ ESNEK ATÖLYE TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN YEREL ARAMA ALGORİTMASI***	**276-282**
Arif PARMAKSIZ ***KÖKENİ AVRUPA'DAN OLAN EVCİL KOYUN MERİNOS IRKININ MTDNA D-LOOP GEN BÖLGESİNİN DİZİ ANALİZİ***	**283-285**
Arif PARMAKSIZ ***GÖBEKLİTEPE'NİN KOYUN EVCİLLEŞTİRİLMESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**286-290**
Kübra YILDIZ, Abdulkadir ŞANLI, İsmail USTA, Muhammet UZUN ***SENSÖR ÖZELLİĞİ GÖSTEREN GİYİLEBİLİR ELEKTRONİK TEKSTİL UYGULAMALARI***	**291-305**
Rahim ARSLAN & Bahar TÜRKMENOĞLU ***HEMŞİRELERİN TEMEL İLK YARDIM BİLGİ DÜZEYLERİ; CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ UYGULAMASI***	**306-314**
Rahim ARSLAN & Bahar TÜRKMENOĞLU ***MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİNİN TEMEL İLK YARDIM DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ***	**315-329**
Rahim ARSLAN & Bahar TÜRKMENOĞLU ***MYO ÖĞRENCİLERİNİN KİŞİSEL HİJYEN DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ***	**330-338**
Saib ATAY & Ahmet Serdar YILMAZ ***ÇATI TİPİ GÜNEŞ PANELLERİNİN VERİM VE KAYIPLARINI ARTIRAN DIŞ ETKENLERİN İNCELENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ***	**339-345**
Mahmut MODANLI ***ATANGANA-BALEANU CAPUTO KESİRLİ TÜREV OPERATÖRÜ İLE TANIMLI KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN EXPLICIT METODUYLA NÜMERİK ÇÖZÜMÜ***	**346-354**
Mahmut MODANLI ***BASSET KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİNİN DUFORT-FRANKEL METODUYLA NÜMERİK ÇÖZÜMÜ***	**355-360**
Mahmut MODANLI ***VON NEUMANN METODU İLE KESİRLİ MERTEBEDEN TELEGRAF KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN KARARLILIĞI VE NÜMERİK ÇÖZÜMÜ***	**361-366**

Sukran UYGUN & Hasan KARATAŞ ***SOME RELATIONS BETWEEN BI-PERIODIC JACOBSTHAL AND BI-PERIODIC JACOBSTHAL LUCAS MATRIX SEQUENCE***	**367-377**
Sukran UYGUN **SOME RELATIONS BETWEEN BI-PERIODIC JACOBSTHAL AND BI-PERIODIC JACOBSTHAL LUCAS SEQUENCE**	**378-399**
Fahrettin GENCER, Ahmet KAYA, Muhammed SAFA KAMER ***HELİSEL SAVONİUS RÜZGÂR TÜRBİNİN PERFORMANSINA DAİRESEL UÇ PLAKANIN ETKİSİ***	**400-408**
Ebru BİLİCİ, Muhammed Safa KAMER, Kerim SÖNMEZ, Ahmet KAYA ***MERKEZİ KLİMA SANTRALLERİ İÇİN TASARLANAN İÇ İÇE GEÇMİŞ BEŞLİ KESİK PİRAMİT TİP DİFÜZÖRÜN AKIŞ DAĞILIMINA ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ***	**409-419**
Muhammed Safa KAMER, Hakan YAYKAŞLI, Şemsettin TEMİZ, Ahmet KAYA ***3 BOYUTLU YAZICI İLE FARKLI RENKLERDE ABS VE PLA FİLAMENTLER KULLANILARAK ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ***	**420-426**
Muhammed Safa KAMER, Hakan YAYKAŞLI, Şemsettin TEMİZ, Ahmet KAYA ***3 BOYUTLU YAZICI İLE ABS FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI TABLA VE NOZUL SICAKLIKLARINDA ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ***	**427-434**
Muhammed Safa KAMER, Hakan YAYKAŞLI, Şemsettin TEMİZ, Ahmet KAYA ***3 BOYUTLU YAZICI İLE FARKLI DOLGU DESENLERİ KULLANILARAK ABS VE PLA FİLAMENTLERLE ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ***	**435-442**
M. Bahar DOĞAN & Emine DOĞRU BOLAT ***ŞEKER HASTALIĞI TEDAVİSİNDE KULLANILAN İNSÜLİN(INS) GENİNİN HAYVAN TÜRLERİNDEKİ GEN UYUMUNUN TESPİTİ***	**443-447**
Bülent YANIKTEPE & Tennur KISAKÜREK ***TÜRKİYE İÇİN ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ***	**448-457**
Alaattin SEVEN, Veysel GÜMÜŞ, Oğuz ŞİMŞEK Mehmet PARMAKSIZ, Yavuz AVŞAROĞLU ***KRİTİK ALTI AÇIK KANAL AKIMININ NÜMERİK MODELLEMESİNDE AĞ YAPISININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ***	**458-472**
Mehmet Celal CAN, Veysel GÜMÜŞ, Üyesi Oğuz ŞİMŞEK, İbrahim Halil İFŞAT, Alaattin SEVEN ***FARKLI KAPAK AÇIKLIKLARINA SAHİP AÇIK KANAL AKIMININ SU YÜZÜNÜN RNG TÜRBÜLANS MODELİ İLE SAYISAL MODELLEMESİ***	**473-484**
Kamil Neyfel ÇERÇİ & Ertaç HÜRDOĞAN ***DÜŞÜK SICAKLIKTA FARKLI RÖLATİF NEM DEĞERLERİNDE YERFISTIĞI ÜRÜNÜNÜN KURUTULMASI***	**485-491**
Kamil Neyfel ÇERÇİ & Doğan Burak SAYDAM ***ESTIMATION OF PERFORMANCE OF AIR SOLAR COLLECTOR BY MULTILINEAR REGRESSION AND DECISION TREE METHODS***	**492-500**

Sedat İLHAN ***A VIEW A FAMILY OF SYMMETRIC NUMERICAL SEMIGROUPS***	**501-505**
Sedat İLHAN, Halil İbrahim KARAKAŞ, Meral SÜER ***THE RESULTS ON ARF NUMERICAL SEMIGROUPS WITH MULTIPLICITY 8***	**506-511**
Muhammed Safa KAMER, Hakan YAYKAŞLI, Şemsettin TEMİZ, Ahmet KAYA ***3 BOYUTLU YAZICI İLE PLA FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI TABLA VE NOZUL SICAKLIKLARINDA ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ***	**512-521**
Emine BEYAZ & Sonay GÖKÇEOĞLU ***ÇOCUK İHMAL VE İSTİSMARINDA ÖĞRETMENLERİN ROLÜ***	**522-530**
Emine BEYAZ & Sonay GÖKÇEOĞLU ***HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN SİGARA BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER***	**531-533**
Beril OZCELİK & Tugba AKBEN ***SYNTHESIS OF LAURIC ACID COATED IRON OXIDE NANOPARTICLES BY CO-PRECIPITATION METHOD***	**534-537**
Arzu EKİNCİ, Ömer ŞAHİN, Sabit HOROZ ***Co-W-B KATALİZÖRÜ VARLIĞINDA DOLAYLI SODYUMBORHİDRÜR İLEÇALIŞTIRILAN POLİMER ELEKTROLİT MEMBRAN YAKIT HÜCRESİNİN POLARİZASYONU***	**538-548**
Arzu EKİNCİ, Ömer ŞAHİN, Sabit HOROZ ***H_2S ORTAMINDA KALSİNE EDİLEN Nİ KATKILI ZnS NANOPARÇACIKLARIN KARATERİZASYONU***	**549-554**
Hatıra GÜNERHAN ***THE DIFFERENTIAL TRANSFORM METHOD FOR SOLVING CHEMICAL KINETICS PROBLEMS***	**555-560**
Şeyda GÜR & Tamer EREN ***SAĞLIKTA ENDÜSTRİ 4.0 VE UYGULAMALARI***	**561-572**
Şeyda GÜR, Tamer EREN, Serkan KAYA ***EKO KENT GELİŞTİRMEDE TEMEL BAŞARI FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**573-582**
Songül DOĞANAY ***EGZERSİZİN TROİD HORMANLARI ÜZERİNE ETKİLERİ***	**583-587**
Songül DOĞANAY, Şeyma TRABZON, Seda GÖGER ***NİKOTİN BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE UYKU KALİTESİ İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ***	**588-593**
Muhammed Yasin DURGUN & Ahmet Hayrullah SEVİNÇ ***AN EXPERIMENTAL STUDY ON AFŞİN-ELBİSTAN FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONTAINING PUMICE AND WASTE TILE POWDER***	**594-603**
Ahmet Hayrullah SEVİNÇ ***INVESTIGATING SOME ENGINEERING PROPERTIES OF PUMICE AND PAPER MILL FLY ASH CONTAINING PVC COMPOSITES***	**604-613**
Hatun Özlem GÜNEY ***A CERTAIN SUBCLASS OF ANALYTIC AND BI-UNIVALENT FUNCTIONS INVOLVING THE EXPONENTIAL FUNCTION***	**614-619**
Hatun Özlem GÜNEY	**620-625**

ON THE HORADAM POLYNOMIAL COEFFICIENT BOUNDS FOR FUNCTIONS IN A CERTAIN SUBCLASS OF THE BI-UNIVALENT FUNCTION CLASS	
M. Serdar AKIN & Kübra NURDAĞ *YAĞI AZALTILMIŞ DONDURMADA POTANSİYEL YAĞ İKAMESİ OLARAK BÖRÜLCE, SARI MERCİMEK, KARABUĞDAY VE YULAF UNLARI*	**626-638**
M. Serdar AKIN, Mutlu Buket AKIN, Gizem YÜCEGÖNÜL, Kübra NURDAĞ *FARKLI ORANLARDA İSOT İLAVESİNİN DONDURMALARIN RENK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ*	**639-644**
M. Serdar AKIN, Mutlu Buket AKIN, Feride DAŞNİK-ŞEKER, Çiğdem FEDAİ *LACTOBACİLLUS ACİDOPHİLUS VE LACTOBACİLLUS CASEİ İÇİN POTANSİYEL PREBİYOTİK OLARAK BÖRÜLCE UNU*	**645-649**
Ömer Faruk AY & Ahmet KAYA *KAHRAMANMARAŞ İLİNİN HAYVANSAL GÜBRE KAYNAĞINDAN ÜRETİLEBİLİR BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ*	**650-658**
Serhat DEMİRHAN *UÇUCU KÜL İÇEREN KATKILI ÇİMENTOLARIN NANO BOYUTLU KALSİT İLE AKTİVE EDİLMESİ: KIVAM VE PRİZ SÜRELERİNİN İNCELENMESİ*	**659-666**
Serdar KAVELOĞLU, Muhammed Safa KAMER, Şemsettin TEMİZ, Ahmet KAYA *3 BOYUTLU YAZICI İLE ABS FİLAMENT KULLANILARAK ÜRETİLEN SANDVİÇ KOMPOZİT YAPILARIN BASMA YÜKÜ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ*	**667-675**
Erhan PİŞKİN & Nazlı IRKIL *LONG TIME BEHAVIOR OF THE HYPERBOLIC-TYPE EQUATION WITH LOGARITHMIC SOURCE TERM*	**676-683**
Erhan PİŞKİN & Nazlı IRKIL *EXISTENCE FOR THE HIGHER ORDER EQUATION WITH LOGARITHMIC SOURCE TERM*	**684-691**
İzzettin Hakan KARAÇİZMELİ *TEMEL YETENEK ANALİZİ VE BİR ÖRNEK*	**692-697**
İzzettin Hakan KARAÇİZMELİ & Serkan KAYA *"KOBİ"LERDE STRATEJİK YÖNETİM*	**698-705**
Şeyma TRABZON & Havva SERT *GASTROÖZOFAGEAL REFLÜ HASTALARINDA GASTROİNTESTİNAL SEMPTOMLARIN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI*	**706-713**
Şeyma TRABZON, Songül DOĞANAY, Seda GÖGER *NİKOTİN BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ*	**714-723**
Coşkun ÖZALP & Mustafa SÖYLER *SİLİNDİR ÜZERİNDEKİ LAMİNER AKIŞIN PASİF KONTROLLÜ SAYISAL ANALİZİ*	**724-733**
Doğan Burak SAYDAM, Coşkun ÖZALP, Ertaç HÜRDOĞAN *YEŞİL ÇATI SİSTEMLERİNİN BİNALARIN ISITMA ENERJİSİ İHTİYACINA ETKİSİ*	**734-746**

Cemre POLAT, Mustafa SÖYLER, Bülent YANIKTEPE, Coşkun ÖZALP ***KÜP ŞEKLİNDEKİ BİNA MODELİ ETRAFINDAKİ AKIŞIN DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ***	**747-755**
Dilan KAYA, Emrah DOKUR, Mehmet KURBAN ***FARKLI EĞİTİM ALGORİTMALARI KULLANARAK YSA TABANLI GÜNEŞ IŞINIM ŞİDDETİNİN TAHMİNİ VE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ***	**756-759**
Dilan KAYA, Emrah DOKUR, Mehmet KURBAN ***GÜNEŞ IŞINIM ŞİDDETİNİN TAHMİNİNDE DALGACIK AYRIŞTIRMA YÖNTEMİNİN KULLANILMASININ ANALİZİ VE UYGULAMASI***	**760-763**
Mustafa YILMAZ, Emrah DOKUR, Mehmet KURBAN ***İZMİR İLİ RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN GRAFİK METOT TABANLI ANALİZİ VE UYGULAMASI***	**764-769**
Mustafa YILMAZ, Emrah DOKUR, Mehmet KURBAN ***MARMARA BÖLGESİNİN RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİNİN WEİBULL DAĞILIMI KULLANILARAK ANALİZİ***	**770-773**
Mehmet FİDAN, İbrahim TEĞİN, Mehmet Emre EREZ, Süleyman Mesut PINAR, Hüseyin EROĞLU ***LOKAL ENDEMİK DİPLOTAENİA BİNGOLENSİS'İN SU VE ETANOL EKSTRAKLARININ BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ***	**774-778**
İbrahim TEĞİN & Mehmet FİDAN ***LOKAL ENDEMİK SALVİA SİİRTİCA'NIN ESANSİYEL VE ESANSİYEL OLMAYAN ELEMENTLERİNİN ICPMS İLE ANALİZİ***	**779-783**
Bülent YANIKTEPE & İlyas ALADAĞ ***RÜZGAR ENERJİSİ UYGULAMALARI İÇİN WEİBULL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İKİ FARKLI YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI***	**784-790**
Mehmet Şükrü KARAKUŞ & A.Ferit ATASOY ***DETERMINATION OF pH CHANGE KINETICS DURING READY TO USE CACIK PRODUCTION: EFFECTS OF CUCUMBER CONCENTRATIONS***	**791-799**
Mehmet Şükrü KARAKUŞ & A.Ferit ATASOY ***EFFECTS OF GARLIC CONCENTRATIONS ON pH CHANGE KINETICS DURING DIFFERENT STAGES OF CACIK PRODUCTION***	**800-808**
Mehmet Şükrü KARAKUŞ & A.Ferit ATASOY ***SARIMSAK KONSANTRASYONUNUN CACIĞIN RENK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI***	**809-814**
Cansu KAYAN, Fatma Mina ÖZTOP, Mehmet MİMAN ***YEŞİL LOJİSTİK ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI***	**815-827**
Yıldırım İ. Tosun ***MICROWAVE MELTED SALT $CaCl_2$, NaCl - Ca FERRITE, HEMATITE PELLETS FOR ORC HEAT RECOVERY***	**828-835**
Yıldırım İ. Tosun ***MODELING OF HYBRID ENERGY PLANTS AND MOBILE CONSTRUCTION BASED ON THERMAL ENERGY STORAGE***	**836-843**
Ahmet GÜZELÇİÇEK ***ROTAVİRUS GASTROENTERİTLERİNDE YAŞ, CİNSİYET VE MEVSİM DAĞILIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ***	**844-849**
Duygu ANAKLI ***POLİ (LAKTİK ASİT) (PLA) /MODİFİYE BENTONİT KİLİNE DAYALI***	**850-854**

POLİMER NANOKOMPOZİTLER	
Duygu ANAKLI ***ELECTROCHEMICAL EXFOLIATION OF GRAPHITE TO GRAPHENE NANOSTRUCTURES USING IONIC LIQUIDS***	**855-859**
Mehmet Şakir ECE, Ömer ŞAHİN, Sinan KUTLUAY ***MANYETIK Fe_3O_4/AC NANOPARTİKÜLLERİNİN YENİ BİR ADSORBENT OLARAK SENTEZLENMESİ VE BENZENİN GAZ ADSORPSİYONUNDA KULLANIMININ İNCELENMESİ***	**860-870**
Mehmet Şakir ECE, Sinan KUTLUAY, Ömer ŞAHİN ***SİLİKA KAPLI VE AKTİF KARBON DESTEKLİ MANYETİK Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENT KULLANILARAK TOLUENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONU***	**871-880**
Deniz GÖLBAŞI, Ertan BUYRUK, Koray KARABULUT ***ÜÇLÜ OLARAK YERLEŞTİRİLMİŞ ÇATISIZ BİNALARDA BİNA MESAFELERİNİN AKIŞ YAPISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ***	**881-891**
Mehmet Sait İZGİ, Mehmet ASLAN, Erhan ONAT ***Ni-Ag-B ALAŞIMLI KATALİZÖRÜN SODYUM BOR HİDRÜR METANOLİZİNE KATALİTİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ***	**892-899**
Hakan YILDIZ & İrfan YEŞİLNACAR ***AFRİKA'NIN ALTINDAKİ UYUYAN DEV: YER ALTI SU KAYNAKLARI***	**900-908**
Osman ÖZDEMİR, Gökhan KAHRAMAN, Yahya TAŞGIN ***HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE OLUŞAN DİNAMİK DENGESİZLİKLERDEN KAÇINMAK İÇİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI***	**909-916**
Alper AYDEMİR, Neşe AÇANAL, Tefaruk HAKTANIR ***EFFICIENT USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES: PUMPED STORAGE HYDROELECTRIC POWER PLANTS***	**917-923**
Tuba OZ, Ayse Feyda NURSAL, Serbulent YİGİT, Ismail KAYA, Hasan Emre AYDIN ***ACAN GENE VNTR VARIANT AND SUSPECTIBILITY TO INTERVERTEBRAL DISC DEGENERATION IN A TURKISH POPULATION***	**924-931**
Ayse Feyda NURSAL, Hasan Mervan AYTAC, Hayriye Sentürk CİFTCİ ***TNF-α-308 G/A VARIANT MAY BE ASSOCIATED WITIHP O LABR DISORDERI N A TURKISH POPULATION***	**932-941**
Ebru BATUR & Sinan KUTLUAY ***CHAR ADSORBENTİ KULLANILARAK BENZENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONU ÜZERİNE YANIT YÜZEY METODU İLE BİR MODELLEME ÇALIŞMASI***	**942-953**
Ebru BATUR & Sinan KUTLUAY ***TOLUEN UÇUCU ORGANİK BİLEŞİĞİNİN ŞIRNAK KÖMÜRÜNDEN ÜRETİLEN CHAR ÜZERİNE ADSORPSİYONU İÇİN PROSES KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU***	**954-966**
Sinan KUTLUAY ***YENİ BİR ADSORBENT OLARAK PERLİT DESTEKLİ MANYETİK Fe3O4 NANOPARTİKÜLLERİNİN SENTEZLENMESİ VE TOLUENİN GAZ***	**967-979**

ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONUNDA KULLANILMASI	
Sinan KUTLUAY *BENZENİN MANYETİK Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENTİ ÜZERİNE ADSORPSİYONUNDA MERKEZİ KOMPOZİT TASARIM TEMELLİ YANIT YÜZEY METODUNUN KULLANILMASI*	**980-992**
Erdal YABALAK *GREEN CHEMISTRY AND NANO MATERIALS: NANO MoO_3 PRODUCTION IN SUBCRITICAL WATER MEDIUM*	**993-997**
Metin TUNAY *ERGONOMIC APPEARANCE OF CHAINSAW OPERATORS IN FOREST HARVESTING*	**998-1002**
Metin TUNAY & Esin BALCI *DETERMINATION OF THE GAS EFFECTS CAUSING DAMAGES ON FORESTS*	**1003-1009**
Yasin Furkan GORGULU, Mustafa Arif OZGUR, Ramazan KOSE, Oguz Ozan YOLCAN *VERTICAL WIND TURBINE APPLICATION IN DOHA METRO, QATAR*	**1010-1018**
Neşe Başak TÜRKMEN, İsmail ÖZMEN, Bülent DEDE, Fikrettin ŞAHIN *SCHIFF BAZI BAKIR-MANGAN KOMPLEKSİNİN PROSTAT KANSERLİ HÜCRE HATLARINDA SİTOTOKSİTESİNİN BELİRLENMESİ*	**1019-1034**
Cihangir KAPLAN, Cem GÜLEÇ, Ömer Faruk ÜNAL *KRANK KASNAĞINDA KULLANILAN KAUÇUK BİLEŞENİN HIZLANDIRILMIŞ TEST YAKLAŞIMI İLE YORULMA ÖMRÜNÜN TAHMİN EDİLMESİ*	**1035-1044**
Elif EKER KAHVECİ & Imdat TAYMAZ *PERFORMANCE ANALYSIS OF A PEM FUEL CELL STACK BY USING DESIGN OF EXPERIMENTS (DOE)*	**1045-1052**
Ayşe Şahin TUTAK *YÜKSEK PROCALCİTONİN VE ERİTROSİT SEDİMANTASYON HIZI DEĞERLERİNİN YOĞUN BAKIM MORTALİTE ORANLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ*	**1053-1060**
Naci BÜYÜKKARACIĞAN *APPLICABILITY OF THE NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM (USA) FOR MANAGEMENT OF FLOOD AREAS IN TURKEY*	**1061-1069**
Naci BÜYÜKKARACIĞAN *EVALUATION OF FLOOD MANAGEMENT SYSTEM IN TURKEY*	**1070-1078**
Naci BÜYÜKKARACIĞAN *TREND ANALYSIS OF MINIMUM FLOW DATA IN KONYA BASIN*	**1079-1087**
Naci BÜYÜKKARACIĞAN *EVAULATION OF TURKISH FLOOD REGULATIONS WITH EU FLOOD DIRECTIVE*	**1088-1093**
Halit TAŞKIN *TÜRKİYE'DE MÜHENDİSLİK EĞİTİMİNİN SORUNLARI VE BAZI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ*	**1094-1102**
Halil DOLAP, Halil ASLAN, Hüseyin GÜMÜŞ *MORTALİTE GELİŞEN PERİNATAL ASFİKSİ OLGULARIN RETROSPEKTİF İNCELENMESİ*	**1103-1110**
H. Murat ALGIN & Mehmet Halil DORU	**1111-1133**

USE OF FLY ASH AS AN ADDITIVE IN CEMENT STABILIZATION OF HARRAN CLAYEY SOIL	
Ahmed ELİLYAS, Abdullah ÖZKAN, Vildan ÖZKAN ***HEAVY METALS CONCENTRATIONS IN DRILLING FLUIDS AND DRILL CUTTINGS IN OIL EXPLORATION FIELD IN ADIYAMAN, TURKEY***	**1134-1145**
Mehmet Lütfi YOLA, Nuran ÖZALTIN, Ahmed ELİLYAS, Abdullah ÖZKAN, Vildan ÖZKAN ***COMPARISON OF MOLECULAR IMPRINTED NANOSENSORS FOR DETERMINATION OF TOBRAMYCIN WITH OTHER ANALYTICAL METHODS***	**1146-1150**
Nurşah KÜTÜK, Filiz BORAN, Sevil ÇETİNKAYA ***BİTKİ ÖZÜTÜNDE BULUNAN POLİFENOL MİKTARININ GRAFEN OKSİTİN İNDİRGENMESİNE ETKİSİ***	**1151-1156**
Safiye Meriç AÇIKEL, Meruyert KAYGUSUZ, Ahmet ASLAN ***ATMOSFERİK BASINÇ PLAZMA TEKNOLOJİSİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ KÜÇÜKBAŞ DERİLERİN İŞLENTİSİNDE RETENAJ PROSESİ ATIK SU PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI***	**1157-1165**
Erhan ONAT, Mehmet Sait İZGİ, Mehmet ASLAN ***SODYUM BOR HİDRÜRDEN METANOLİZLE HİDROJEN ÜRETİMİNE Co-Mn- Mo-B KATALİZÖRÜNÜN KATALİTİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ***	**1166-1172**
Serdar KAVELOĞLU, Muhammed Safa KAMER, Şemsettin TEMİZ, Ahmet KAYA ***3 BOYUTLU YAZICI İLE PLA FİLAMENT KULLANILARAK ÜRETİLEN SANDVİÇ KOMPOZİT YAPILARIN BASMA YÜKÜ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ***	**1173-1180**
Hasan ŞAHİN ***ELEKTRİK AKIMI VE MİKRODALGA İLE YABANCI OT MÜCADELE YÖNTEMLERİNDE BİTKİLERİN DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİNİN ÖNEMİ***	**1181-1195**
Cansu KAYAN, Fatma Mina ÖZTOP, Mehmet MİMAN ***BİR AMELİYAT MALZEMELERİ FABRİKASINDA HATA TÜRLERİ ANALİZİ***	**1196-1202**
Aziz AKSOY & Tuba GÜNDÜZ ***ACİL MÜDAHELE EKİPLERİNİN ADLİ VAKA OLGULARINA MÜDAHELE YAKLAŞIMLARI***	**1203- 1207**
Berma Büşre DEMİR & Fatma KORUK ***ŞANLIURFA'DA KADINLARIN KANSER TARAMA YÖNTEMLERİNİ BİLME VE KULLANMA DURUMLARI***	**1208- 1215**

GÖRÜNTÜ GÜRÜLTÜSÜNÜN YEREL OLMAYAN ORTALAMA METODU VE YEREL İSTATİSTİKLER KULLANIMIYLA BİRLEŞTİRİLMESİYLE GİDERİLMESİ

Hikmet KIRMIZITAŞ

Harran Üniversitesi, Elektrik – Elektronik Mühendisliği, Şanlıurfa,Türkiye

Nurettin BEŞLİ

Harran Üniversitesi, Elektrik – Elektronik Mühendisliği, Şanlıurfa,Türkiye

Özet

Son yıllarda görüntü işlemede gürültü giderme artan bir öneme sahiptir. Kameranın elektronik yapısından, ışığa maruz kalma süresi veya kameranın ya da görüntüsü çekilen cismin hareketinden kaynaklanan gürültüler oluşmaktadır. Bu gürültülerden arındırılmış resmin netliği, hem kalite yönünden hem de tıbbi uygulamalarda teşhis ve tedavi açısından büyük önem taşımaktadır. Yeni nesil gürültü giderme yöntemlerinden Yerel Olmayan Ortalama(Non Local Means - NLM) kullanılması yaygın hale gelmiştir. Ancak NLM süre açısından büyük bir dezavantaja sahiptir. Arama ve karşılaştırma penceresinin büyüklüğü süreyi etkilemektedir ve pratik kullanımda pencerenin boyutu küçük tutulmaya çalışılmaktadır.

Aynı zamanda, Yerel İstatistikler Kullanmak (YİK) diğer yaygın bir gürültü giderme tekniğidir. Bu yöntemde de, NLM de olduğu gibi, yeni piksel değerinin hesaplamasında karşılaştırma penceresi mevcuttur. YİK'de, karşılaştırma penceresinin ortalaması ve varyansı hesaplanmaktadır ve gürültünün de toplamsal olduğu kabulüne dayanarak yeni piksel değeri bu ortalama ve varyansın kullanıldığı bir formülle hesaplanmaktadır. NLM de olan arama penceresi, YİK'de yoktur. Bu çalışmada, NLM deki arama penceresinin her bir pikselinde, YİK'le yeni piksel değeri hesaplanmıştır. Böylelikle NLM'nin sonuçlarından kötü olmayan sonuçlar elde edilmiştir. Bu hibrid metot Lena, Cameraman ve Baboon resimlerinde denenmiş ve sonuçlar standard NLM ile karşılaştırılmıştır. Hibrid modelle elde edilen sonuçlar NLM nin sonuçlarından daha kötü değildir. Görselliğin yanında, Ortalama Karesel Hataların Karakökü (Root Mean Square Error-RMSE) ve Pik Sinyal Gürültü Oranı (Peak Signal to Noise Ratio- PSNR) değerleri kalite parametreleri olarak seçilmiştir.

Keywords: görüntü işleme, gürültü giderme, NLM, yerel istatistikler, PSNR

1.GİRİŞ

Gürültü giderme son yıllarda resmin ve değerlendirmesinin daha iyi yapılabilmesi açısından artan bir öneme sahiptir. Özellikle bazı uygulamalarda bu önem kendini göstermektedir. Örneğin % 100 hassasiyet gerektiren biometrik tanımların kullanıldığı uygulamalarda ve patolojik bölgenin tespit edildiği, lezyonların saptandığı tümörlü hastalardan elde edilen görüntülerde büyük öneme sahiptir. Gürültü her bir uygulamada farklı bir yapıya sahip olabilir. Kameranın ccd dizisinin elektronik yapısından, kuantalamadan kaynaklanan hatalardan, ışığa maruz kalma süresinden ve kameranın yada görüntüsü çekilen nesnenin hareketinden kaynaklanan gürültüler olabilir. Bu gürültüler ayrı ayrı modellenip ,referans

resimle gürültülü resmin farkından oluşan hata sıfıra indirilmeye çalışıldığı çalışmalar mevcuttur[1][2][3].Gürültü tiplerine örnek olarak tuz ve biber (salt and pepper) gürültü,beyaz gauss gürültü, Rician gürültü ve Poisson gürültü olarak sıralanabilir[4]. Referans gürültüyle gürültülü resmin farkından oluşan hatanın sıfıra indirilmesinde hata toplamsal yada çarpımsal olarak modellenebilir.

Yerel Olmayan Ortalama (NLM) yeni nesil gürültü giderme tekniklerinden olup toplamsal gauss gürültüsünde iyi çalışır. Her modellemenin avantajları ve dezavantajları mevcuttur[1]. NLM metodunun avantajı toplamsal gaus gürültüde iyi çalışmasına rağmen sonucun elde edilmesi zaman almaktadır. Zaman almasının başlıca sebebi, ağırlıklı ortalama alırken, benzer kareleri bütün resimde aramaktadır. Benzer kare boyutları parametrik olup istenildiği gibi ayarlanabilir ancak pencere boyutu küçüldükçe gürültü giderme başarısı düşmektedir.

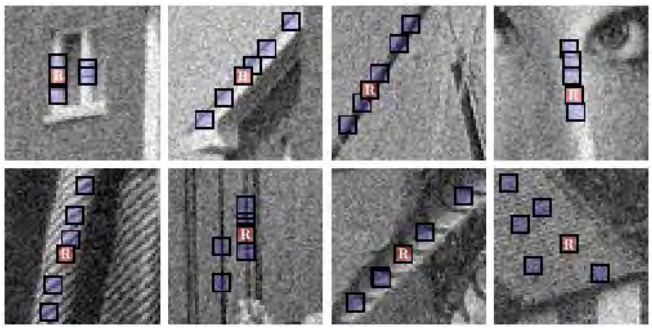
Eski yöntemlerden olan yerel istatistikler kullanarak (YİK)[5] gürültü giderme kısa zamanda sonuç vermesine rağmen gürültüyü NLM kadar iyi gideremektedir.

Bu çalışmada NLM metoduyla YİK metodu birleştirilmiştir. Sonuçlar Cameraman, Lena ve Babun resminde denenmiş olup , hata kriteri olarak SSE (Hataların kareleri toplamı) şeklinde ve görsel olarak verilmiştir. Sonuçlar yalnız başına NLM kullanarak gürültü gidermeden daha kötü çıkmamıştır.

2. YÖNTEM

A. Yerel Olmayan Ortalama Metodu

Yerel Olmayan Ortalama metodu resmin bütün piksellerini işleyerek gürültünün giderilmesini sağlar. Bir piksel alınır,2*t boyutunda büyüklükte komşulukta benzer pencereler aranır. Her bir benzer pencerenin 2*f boyutunda pencerede benzerliğe bakılarak benzerlik katsayısı oluşturulur. Daha sonra bu katsayıyla merkezdeki piksel çarpılarak 2*t boyutundaki komşulukta toplanır. Ağırlıklı ortalama diyebileceğimiz bu işlemden sonra her bir pikselin yeni değeri hesaplanır. Bu metot kenarlarda da iyi çalışır.



Şekil 1. Benzer piksellerin bulunması (kırmızı ile gösterilen r pencereleri referans olarak alınıp benzer pencereler aranmaktadır.)

B. Yerel İstatistikler Kullanarak Gürültü Giderme Metodu

YİK hızlı sonuç vermesi açısından avantaja sahiptir.Gürültüden etkilenmiş x_{ij} pikseli z_{ij} olsun.

$$z_{ij} = x_{ij} + w_{ij}$$

Burada w_{ij} beyaz gürültüdür.Hata fonksiyonu ;

$$E[w] = 0$$

olacak şekilde olarak belirlenmiştir.Hatayı sıfırlamak için aşağıdaki işlemler sıraıyla yapıldığında ,gürültüsü giderilmiş yeni piksel değerleri $\hat{x}_{ij}$ olarak bulunur.

$$\overline{x_{i,j}} \triangleq E[x_{i,j}] = E[z_{i,j}] = \overline{z_{i,j}}$$

$$\overline{Q_{i,j}} \triangleq E[(x_{i,j} - \overline{x_{i,j}})^2] = E[(z_{i,j} - \overline{z_{i,j}})^2] - \sigma_1^2$$

$$\widehat{x_{i,j}} = \overline{x_{i,j}} + k_{i,j}(z_{i,j} - \overline{x_{i,j}})$$

$$k_{i,j} = \frac{Q_{i,j}}{Q_{i,j} + \sigma_1^2}$$

C. Yerel Olmayan Ortalama Metodunun Yerel İstatistikler Kullanarak Gürültü Giderme Metoduyla Birleştirilmesi

Bir piksel alınır,2*t boyutunda büyüklükte komşulukta benzer pencereler aranır. Her bir benzer pencerenin 2*f boyutunda pencerede ortalaması ve varyansı hesaplanır. Yeni piksel değeri ;

$$\widehat{x_{i,j}} = \overline{x_{i,j}} + k_{i,j}(z_{i,j} - \overline{x_{i,j}})$$

Formülü kullanılarak hesaplanır.

D. Toplamsal Gaussian Gürültü

Yukarıda bahsettiğimiz nedenlerle oluşan gürültülerin başlıcası toplamsal gaussian gürültüdür. Bu gürülütünün başlıca özelliği gürültünün olasılık yoğunluk fonksiyonunun gaus dağılımı göstermesidir.Bu gaus dağılımının ,her dağılımla karakterize olan bir ortalaması ve varyansı vardır.Bu gaus dağılımının ortalaması; belirlenmiş bir pencerede yeğinlik seviyelerinin toplamaının ,toplanan piksel sayısına bölünmesi ile bulunur. Varyans ise yine belirlenmiş pencerede her bir pikselin ortalamadan farkı alınarak bulunur.Bizim çalışmamızda resimlere gürültü eklenirken 0 ortalama ve 0.0035 varyansa sahip gaus dağılımında rastgele değerler seçilmiştir.Bu gürültünün beyaz noktasal gürültünün giderilmesinden daha zordur.Aynı zamanda gürültü toplamsal olabildiği gibi çarpımsal veya her ikisi birden de olabilir.Ancak çarpımsal matematiksel olarak modellenmesi zor bir durumdur.Yerel olmayan ortalama metodunda gürültü toplamsal gaussian gürültü olarak ele alınır.

3. SONUÇLAR

Hibrid model oluşturulduktan sonra , yeni model Cameraman (256x256), Lena(256x256) ve Baboon(256x25) resimleri üzerinde çalıştırılmıştır. 0 ortalama , 0.0035 varyansa sahip toplamsal gaussian gürültü her bir resme eklenmiştir. Sonuçlar hem hataların toplamının karekökü (SSE) olarak verilmiştir. Ayrıca sonucun hesaplanması için gerekli süre de ek olarak belirtilmiştir.Şekil 2,şekil 3 ve şekil 4 ten de görüldüğü gibi yeni model yerel olmayan ortalamaya SSE açısından yakın sonuçlar vermekle birlikte süre belirgin oranda artmıştır.

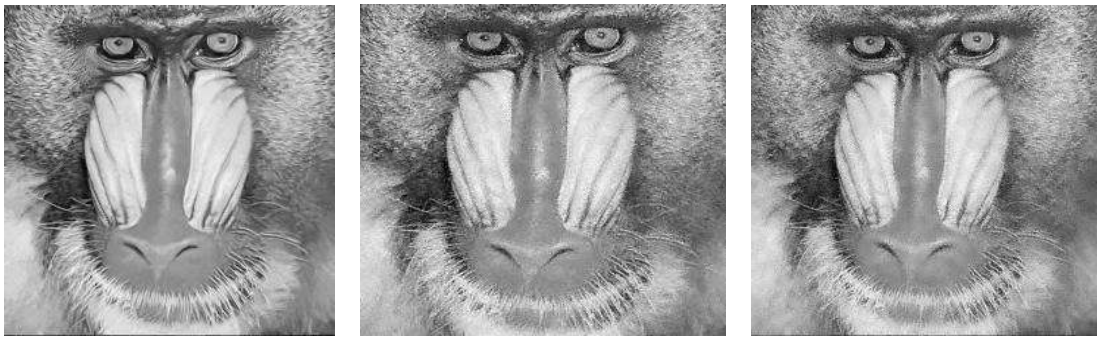
4.KAYNAKÇA

[1] Buades, A., Col,l B., Morel, J.M., “A non-local algorithm for image denoising” Comp.Vision and Pattern Recog., 2:60-65, 2005.
[2] L. Rudin, S. Osher, and E. Fatemi. Nonlinear total variation based noise removal algorithms. Physica D, 60:259–268, 1992.
[3] S. Osher, A. Sole, and L. Vese. Image decomposition and restoration using total variation minimization and the h−1 norm. Multiscale Modeling and Simulation, 1(3):349–370, 2003.

[4] Basu, S., Fletcher, P.T., Whitaker, R.T.: Rician Noise Removal in Diffusion Tensor MRI. In: Larsen, R., Nielsen, M., Sporring, J. (eds.) MICCAI 2006. LNCS, vol. 4190, pp. 117–125. Springer, Heidelberg (2006)
[5] L. JongSen - Digital Image Enhancement and Noise Filtering by Use of Local Statistics. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence Volume 2,Issue2, Pages 165-168 , 1980
[6] Y. Meyer. Oscillating Patterns in Image Processing and Nonlinear Evolution Equations, volume 22. AMS University Lecture Series, 2002.
[7] J. Xu, A. Feng, Y. Hao, X. Zhang, and Y. Han, "Image deblurring and denoising by an improved variational model," International Journal of Electronics and Communications, vol. 70, no. 9, pp. 1128–1133, 2016
[8] L. Jiang, J. Huang, X.-G. Lv, and J. Liu, "Alternating direction method for the high-order total variation-based Poisson noise removal problem," Numerical Algorithms, vol. 69, no. 3, pp. 495–516, 2015



Şekil 2: Cameraman resminin (en solda) NLM kullanarak – SSE 59.01-zaman 80 sn,(ortada) YİK kullanarak –SSE 79.42 –zaman 5.6, (en sağda) hybrid model kullanarak – SSE 77.13-zaman 0.46 sn gürültü giderilmesi



Şekil 3: Cameraman resminin (en solda) NLM kullanarak,(ortada) -SSE 132.24 – zaman 81.4 sn YİK kullanarak, -SSE 146.65 –ZAMAN 5.86 sn(en sağda) hybrid model kullanarak –SSE 146.57 –zaman 0.54 gürültü giderilmesi



Şekil 4: Cameraman resminin (en solda) NLM kullanarak –SSE 45.10 –zaman 79 sn,(ortada) YİK kullanarak,-SSE 84.20 –zaman 7 sn (en sağda) hybrid model kullanarak – SSE 79.51 –zaman 0.41 sn gürültü giderilmesi

YAPAY SİNİR AĞLARI KONTROLLÜ DİNAMİK REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Mehmet Bedri DOĞRUYOL[1]
Nurettin BEŞLİ[2]

[1]Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye
[2] Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

Özet

Elektrik güç sistemlerinde verimi artırmanın ve kayıpları azaltmanın en etkili yolu reaktif enerjinin olduğu yerde kompanzasyon yapmaktır. Bu çalışmada, YSA kullanılarak sistem için gerekli olan kondansatör güçleri ile şönt reaktör akımları tahmin edilmiştir. YSA modeli için MATLAB YSA araç çubuğunda Levenberg-Marquardt(LM) öğrenme modeli kullanılmıştır. Tasarlanan sistemde YSA'nın yüksek performanslı tahminler yaptığı tespit edilmiştir. YSA yapısının gerçek zamanlı sistem tasarımlarında kullanılabileceği görülmüştür. Aynı zamanda tasarlanan sistemde dinamik kompanzasyon için gerekli olan senkron motor akımı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Reaktif güç kompanzasyonu, yapay sinir ağları, öğrenme algoritması, YSA, senkron motor.

Abstract

The most effective way to increase efficiency and reduce losses in electrical power systems is to compensate where reactive energy is present. In this study, the capacitor powers and shunt reactor currents required for the system are estimated by using ANN. For the ANN model, Levenberg-Marquardt (LM) learning model was used in MATLAB ANN toolbar. In the designed system, it was found that ANN made high performance forecasts. It is seen that ANN structure can be used in real time system designs. At the same time, synchronous motor current required for dynamic compensation was calculated in the designed system.

Keywords: Reactive power compensation, artificial neural network, learning algorithm, ANN, synchronous motor.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisinde verim; hizmet kalitesinden ve mevcut üretimi eksiltmeden aynı işin daha az enerji kullanılarak yapılabilmesidir. Enerji sistemlerinde verimliliği arttırmanın ve enerji tasarrufunu sağlamanın en önemli yolarından biri "Reaktif Güç Kompanzasyonu" dur. Tarihsel süreçte geçirdiğimiz üç büyük endüstri devrimin sonucunda günümüz teknolojisinin ulaştığı son durum artık insan gücüne eskisi kadar gereksinim duymamakta, geçmiş devrimlerin daha geniş kapsamlı ve bütünleşik olarak ortaya çıkan bu son hali Endüstri 4.0 uygulamalarıdır. Endüstri 4.0. daha çok bilgisayar uygulamalarına ve bu uygulamalardan elde edilen veri ya da bilgilerin kullanılmasına imkân sağlamaktadır. Tasarlanacak zeki sistemlerin oluşturulması sürecinde Yapay zekâ yöntemleri çoğunlukla yer bulmaktadır.

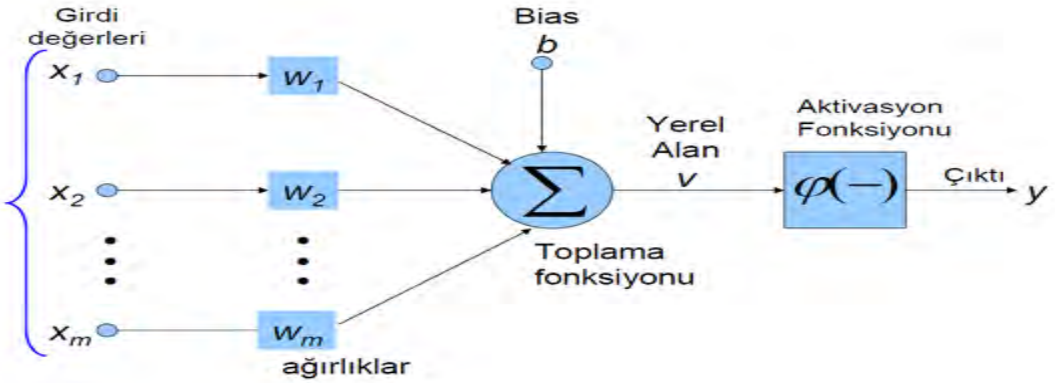
Bu çalışmada, reaktif güç kompanzasyonunun yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak gerçekleştirilmesiyle beraber senkron motor da dahil edilerek tesiste bulunan Endüstri 4.0 uyumlu cihazlardan alınacak verilere göre öngörülü ve daha verimli sistemler tasarlanmaya çalışılmıştır.

2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin en önemli özelliklerinden olan öğrenme yolunu kullanarak yeni bilgiler oluşturabilme, türetebilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan, otomatik olarak yapmak için geliştirilen bilgisayar programlarıdır. Bu sebepten ötürü yapay sinir ağları, programlanması çok zor olan ve programlanması mümkün olmayan durumlar için geliştirilmiş bilgisayar dalı olarak kabul edilebilir [1]. Başka bir tanımlamaya göre yapay sinir ağları; insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, birbirlerine bağlanarak paralel çalışan, aralarında bilgi alışverişinde bulunan organizasyonlardır [2].

Yapay sinir ağları esinlenerek insan beyninin çalışmasından esinlenerek geliştirildiğinden biyolojik sinir hücresine paralellik gösterir.

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağları gibi yapay sinir hücrelerinin diğer bir deyişle nöronların bir araya gelmesinden oluşur. Buradaki fark yapay sinir ağı hücresi biyolojik sinir hücresine göre daha basit bir yapıya sahiptir. Yapay sinir ağı hücresinde temelde dışardan veya nöronlardan alınan ve giriş olarak kabul edilen veriler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkışlar bulunmaktadır[1].



Şekil 2.1. Yapay sinir hücresi [3]

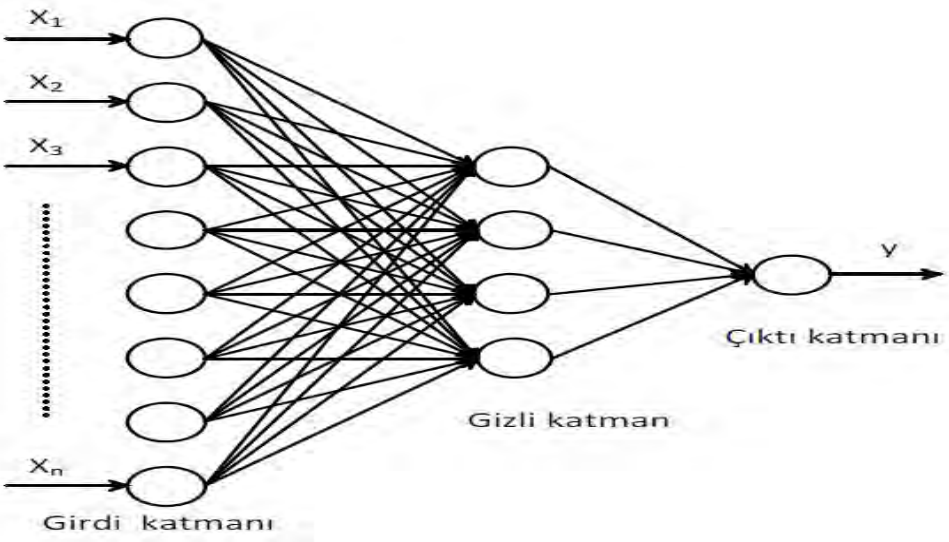
Girdiler: Dışarıdan yapay sinir hücresine gelen veriler "girdiler" olarak adlandırılır. Hücreye veriler direkt ya da başka hücreden gelebilir. Girdilerin tek işlevi kendinse gelen verileri kendinden sonraki aşamaya iletmektir. Bir nöronun sınırsız sayıda girişi olabilir fakat sadece tek bir çıkışı vardır.

Ağırlıklar: Girdilerden gelen veriler bağlantıların ağırlıklarıyla çarpıldıktan sonra çekirdeğe iletilir. Nörona girdi olarak kullanılan değerlerin matematiksel pozitif, negatif ve sıfır gibi katsayıları olmalarıdır.

Toplama Fonksiyonu: Biyolojik nörondaki dendritlerin yaptığı gibi bir hücreye gelen net girdiyi hesaplayan katmandır. Girişlerin ağırlıkları ile çarpıldıktan sonra toplanır.

Aktivasyon Fonksiyonu: Hücreye gelen net girdiyi işleyip bu girişe karşılık gelen üreteceği çıktıyı belirler. Kullanıcı deneme yanılma yoluyla probleme en uygun fonksiyonu belirleyebilir. Sigmoid fonksiyonu en sık kullanılan aktivasyon fonksiyonudur [1].

Hücre Çıktısı: Hücre çıktısı aktivasyon fonksiyonunun belirlediği çıkış değeridir. Üretilen çıktı ya dış dünyaya ya başka bir hücreye ya da kendine gönderebilir. Bir hücrenin birden fazla girdisi olduğu halde tek bir çıktısı olur ve bu çıktı birden fazla hücreye bağlanabilir.



Şekil 2.2. Yapay Sinir Ağ modeli [4].

Girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere YSA 3 katmandan oluşur.

Girdi katmanı: En az bir girdi elemanın bulunduğu, dış ortamdan YSA'ya gelen verilerin ara katmanlara işlenmeden olduğu gibi iletildiği katmandır. Bu katmandaki hücreler giriş bilgilerinin gizli katmana ulaştırmakla görevli pasif bir katmandır.

Gizli (Ara) Katman: Girdi katmanından gelen verilerin problemin yapısına göre belirli işlemlere tabi tutularak çıkış katmanına gönderildiği bölümdür.

Çıktı Katmanı: Bu katmandaki hücreler gizli katmadan gelen verileri işlerler. Problem yapısına göre çözüm içeren verileri üreterek dış dünyaya iletir.

3. SENKRON MOTOR

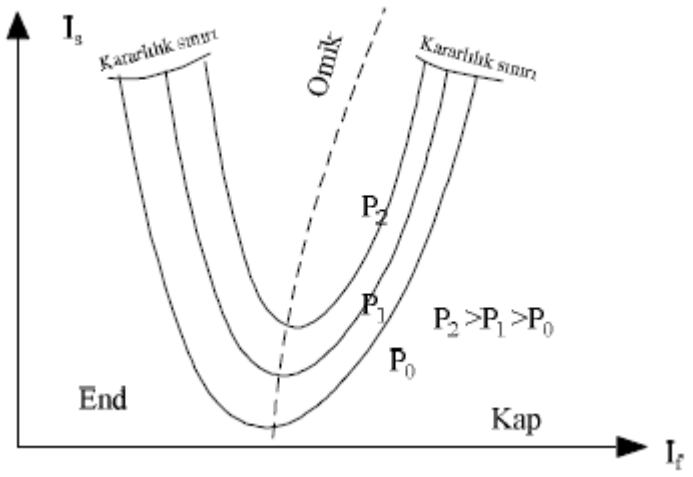
Senkron motorlar, asenkron motorlara gibi sargılarında 3 faz bulunur. Uyartım sargıları rotoruna doğru gerilim uygulamak içindir.

Üç fazı bir senkron motor şebekeden;

$P = \sqrt{3}.U.I_y.\cos\varphi$ formülüne göre güç çeker.

Burada senkron motorun yükü (P), şebeke gerilimi (U) sabit tutulduğunda yük akımın (I_y) değişmesi güç katsayısını $(\cos\varphi)$ değiştirir.

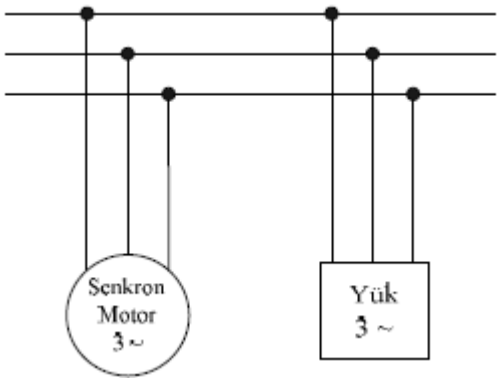
Senkron motorun V eğrileri Şekil 3.1. de gösterilmiştir. Senkron motor yüksüz durumda çalışırken, uyartım akımı I_f ayarlanarak motor $\cos\varphi = 1$ olacak şekilde çalıştırabilir ve bu durumda stator akımı I_s en düşük seviyededir. Uyartım akımının değiştirilmesiyle senkron makinenin güç katsayısı ileri veya geri yapılabilir. Motorun endüktif karakterli çalışması için uyartım akımı azaltılmalı, motorun kapasitif karakterli çalışması için motorun uyartım akımı artırılmalıdır.



Şekil 3.1. Senkron Motorun V eğrileri

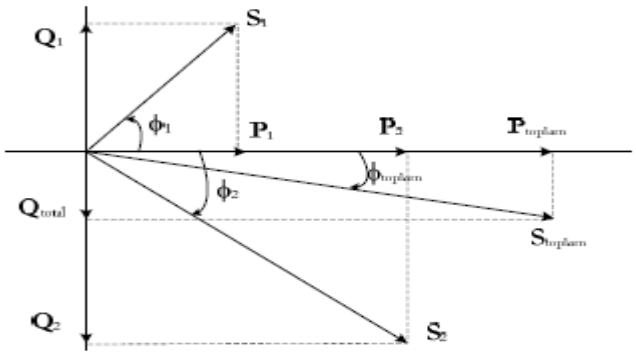
Senkron motorlar kapasitif ya da endüktif olarak çalıştırılması için uyartım akımlarının değiştirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı senkron motorların şebekeden çektiği reaktif gücün miktarı ayarlanabildiği için senkron motorlar dinamik güç kompanzatörü olarak kullanılabilirler.

Şekil 3.2. de dinamik güç kompanzatörü olarak kullanılan senkron motorun bağlantısı verilmiştir. Sisteme bağlı 3 fazlı endüktif karakterli yük şebekeden geri reaktif güç çekmektedir. Bu durumda senkron motor şebekeden ileri reaktif güç çekerek sistemin güç katsayısı istenilen değere ayarlayacaktır.



Şekil 3.2. Senkron motorun şebeke bağlantısı

Şebekeye bağlanmış senkron motorun ve yükün vektör diyagramı Şekli 3.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Şebekeye bağlı senkron motor ve yükün vektör diyagramı

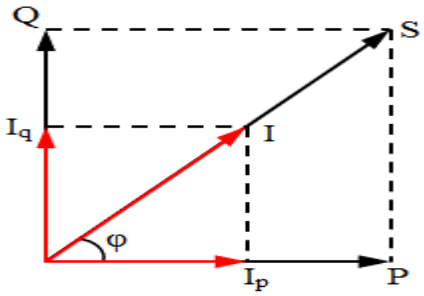
Q_1 senkron motorun reaktif gücü ile Q_2 yükün reaktif gücü arasında 180° açı farkı olduğundan, yükün reaktif gücü Q_2 azalarak Q_{toplam} reaktif gücü elde edilmiştir. Burada sistemin toplam reaktif gücü Q_{toplam} dır. Faz açısının $\emptyset_2$ değerinden $\emptyset_{toplam}$ değerine gelmesi Sistemin güç katsayısında iyileştirme olmuştur.

P_{toplam} sistemin aktif gücüdür ve senkron motorun aktif gücü P_1 ile yükün aktif gücü P_2'nin toplamıdır. Senkron motorun uyartım akımı artırılarak sistemin reaktif gücünü sıfırlamak mümkündür [5].

4. REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Aktif ve reaktif olmak üzere iki bileşenden oluşan elektrik enerjisi alternatif akım olarak üretilmektedir. Aktif güç tüketiciler için faydalıdır ve aktif akımdan meydana gelmektedir. Aktif güç bileşeni, motor millerinde mekanik güce, aydınlatma sistemlerinde ışık akışına, ısı merkezlerinde termik güce dönüşmektedir[8].

Elektrodinamik prensibine göre çalışan jeneratör, trafo, bobin ve motor gibi elektrik makineleri için gerekli ve zorunlu olan manyetik alanı sağlayan mıknatıslanma akımına reaktif akım denilmektedir. Reaktif güç reaktif akımın çektiği güce denir. Reaktif güç, aktif güç gibi faydalı güce çevrilmez [6]. Şekil 4.1. de akım, gerilim ve güçlerin fazör diyagram gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.1. Akım, gerilim ve güçlerin fazör diyagram gösterimi

Bağlı fazör diyagramı incelendiğinde, aktif güç, görünür gücün kosinüs değerine eşittir. Akım ile gerilim arasındaki φ acısı faz açısıdır. Bu açının kosinüs değeri güç katsayısını temsil etmektedir.[6].

Güç sistemleri iki karakterlidir. Akımın gerilimden geride olduğu sistemler endüktif karakterlidir. Kapasitif karakterli sistemlerde ise akım gerilimden öndedir.

Reaktif gücü dengeleme ve akım ile gerilim arasında oluşan faz farkını olabildiğince azaltma işlemine "**reaktif güç kompanzasyonu"** denir. Başka bir deyişle; idealde akım ve gerilim arasında fark olmaz. İndüktif ya da kapasitif yüklerden dolayı akım, gerilime göre ± 90º kayar. Akım ve gerilim arasındaki faz kaymasını ideale yakın (0º) tutmak için yapılan işleme "**reaktif güç kompanzasyonu**" denilmektedir.

Çeşitli yollarla reaktif güç kompanzasyonu yapılabilir. Statik olarak kondansatör ve reaktörlerle, dinamik olarak senkron motorlarla, yüklerin ihtiyacı olan reaktif güçler karşılanmaktadır[8,9].

Statik kompanzasyonda kondansatör grupları kullanılır ve konsandatör grupları kademeli olarak devreye alınır. Statik kompanzasyonda yükün ihtiyacı olan reaktif enerjiyi tam olarak kompanze etmek mümkün olmayabilir. Kademelerin devreye girmesi sırasında zaman gecikmesi oluştuğundan, sistemler aşırı veya düşük kompanze edilir. Bu durumunda enerji nakil hatlarında aşırı yüklenmelere sebep olur [8,9].

Dinamik kompanzasyonda ise senkron motor kullanılır. Senkron motorun uyartım akımı değiştirilerek motorun kapasitif veya endüktif olarak çalıştırılması sağlanır[10].

5. YAPAY SİNİR AĞLARI KONTROLLÜ REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

5.1. Simülatör

Simülatör bilgisayar ortamında gerçek sistemlerin çalışma şartlarını ve sistem tepkilerini taklit eden yazılımlara denir. Yazılım ise bir sistemin donanım bileşenleri dışında kalan her şey olarak adlandırılır. Yazılım, mantık veri, belge, insan gibi bileşenlerin belirli bir üretim amacına yönelik bir araya getirilmesi, yönetilebilmesi için kullanılabilen ve üretilen yöntemi, araç, bilgi ve belgelerin tümünü içerir[11].

Simülatör yardımıyla tasarlanan sistemin davranışının önceden görülmesine ve sistemden beklenen sonuçların oluşup oluşmadığı hakkında bilgiler elde edilir.

Bu çalışmada, reaktif güç kompanzasyonunun Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılarak gerçekleştirilmesiyle beraber tesiste bulunan Endüstri 4.0 uyumlu cihazlardan da alınacak verilere göre öngörülü ve daha verimli sistemler tasarlanmaya çalışılmıştır. YSA ile kompanzasyonu sağlamak için oluşturulacak ağda öğrenme algoritmaları kullanılmıştır. Endüstri 4.0 uyumlu cihazlar yardımıyla sisteme ait U, I, cos φ, P, Q, THDI ve kondansatör ve şönt reaktör oranları gibi değerler gerçek sistemden anlık alınmıştır.

MATLAB Simulinkte örnek uygulama tasarlanmıştır. Kullanıcı arayüzü 5 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde gerçek veriler bölümü yer almakta ve örnek sisteme ait gerçek parametreler Excel dosyasından okunmuştur.

Otomatik hesapla yapmak için otomatik radio butonu seçilip hesapla butonuna basılır. Sistem sanki gerçek zamanlı çalışıyormuş gibi her 5 saniyede bir excelden sırasıyla bir altaki veriyi okuyarak gerekli hesaplamaları yapmaktadır.

Kompanzasyon öncesi, statik kompanzasyon, yapay zekalı kompanzasyon ya da dinamik kompanzasyon kademesi seçilerek kompanzasyon işlemi yapılmıştır.

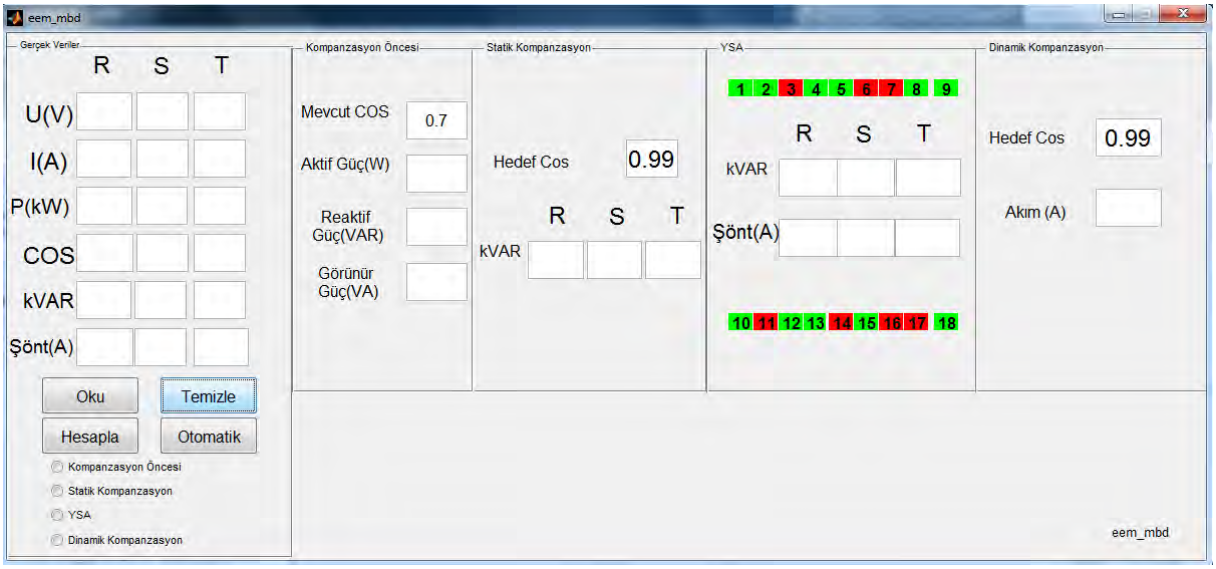
Kompanzasyon öncesi kademe seçilerek kompanzasyon olmadan sistemin üreteceği aktif, reaktif ve görünür güçler hesaplanmıştır.

Statik kompanzasyon kademesi seçilince hedeflenen $\cos\varphi$ değerine göre klasik sistemlerdeki gibi hesaplanarak gerekli olan kondansatör güçleri hesaplanmıştır. Bu arayüz tesiste herhangi bir çalışma olmadığı zaman kullanılarak kompanzasyon işlemi yapılacaktır.

Yapay zeka arayüzü seçildiğinde, yapay sinir ağları tarafından gerekli olan kondansatör güçleri, şönt reaktör akımları ve röle tarafından çekilmesi gereken kademeler tahmin edilmiştir.

Dinamik kompanzasyon arayüzünde trifaze sistemler için gerekli olan senkron motor akımı hesaplanmıştır. Sistemin gücü tesisin o andaki gerçek değerli üzerinden hesaplanmıştır. Tesis çalışmaya başladığında dinamik kompanzasyon kademesi seçilecektir. Tesis çalışırken devrede olan bir motor, örneğin havalandırma motoru kompanzasyon için kullanılacaktır. Gerekli uyartım akımı hesaplanarak motor devreye alınacaktır. Bu durumda hem havalandırma yapılacak hem de kompanzasyon yapılmış olacaktır. Bu kademede kondansatör grupları devreye girmeyeceğinden enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Matlab kullanıcı arayüzü aşağıdaki şekil 5.1. de verilmiştir.

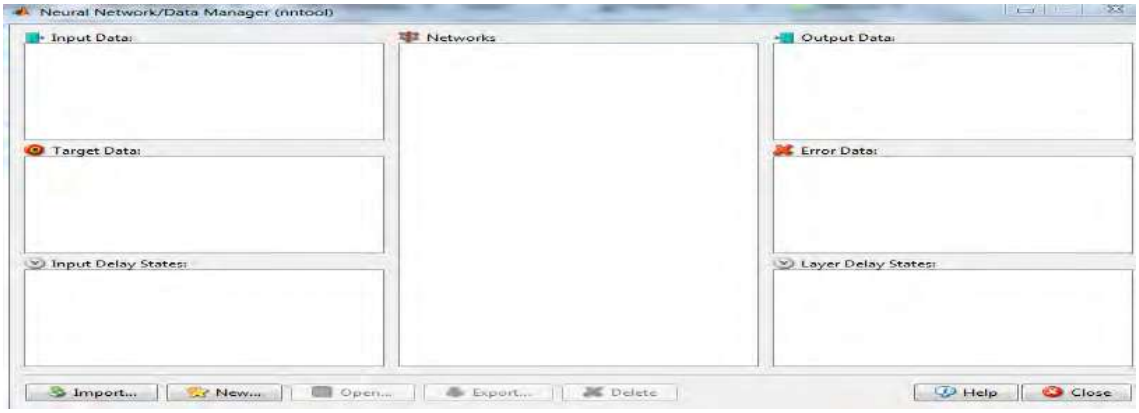


Şekil 5.1. Matlab Kullanıcı Arayüzü

5.2. YSA'nın Tasarımı

Bir yapay sinir ağı tahmincisi için, modelleme veya eğitim zamanı gibi birçok performans ölçütü olabilirken, en iyi ve en önemli performans ölçütü tahminin doğruluğudur. Doğruluk ölçütü gerçek değer ile tahmin edilen değerler arasındaki fark olarak tanımlanır. Bu fark, tahmin hatası olarak adlandırılır. Yapay sinir ağları ile yapılan kompanzasyon uygulamasında kondansatör gücü, şönt reaktör akımları ve röle tarafından çekilmesi gereken kademelerin tahmininde kullanılan YSA modeli, Matlab programında YSA araç kutusu (Neural Network

Toolbox-nntoll) kullanılarak oluşturulmuştur. Matlab YSA araç kutusunun yapısı şekil 5.2. de verilmiştir.



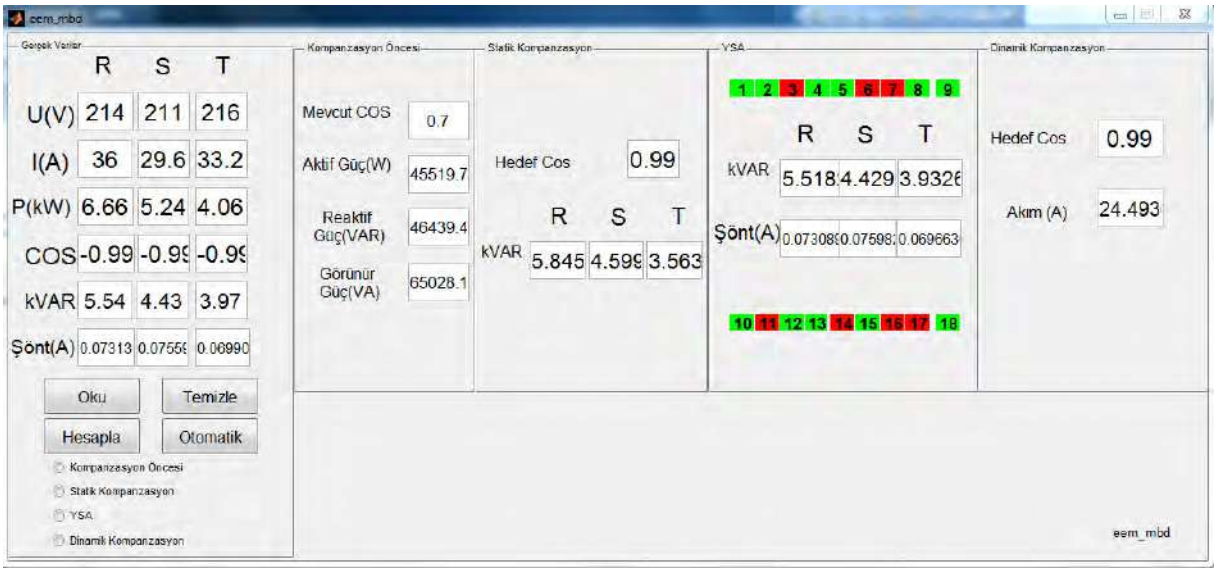
Şekil 6.2. Matlab YSA Araç Kutusu

Matlab YSA modeli için 9 aşama ile gerçekleştirilecektir.

1. Eldeki giriş ve çıkış verilerinden eğitim ve test verilerinin oluşturulması.
2. Eğitim ve test setinin Matlab programına girilmesi.
3. Ağın oluşturulması.
4. Ağ parametrelerinin seçilmesi.
5. Ağın eğitilmesi.
6. Ağın test simülasyonunun oluşturulması.
7. Simülasyon sonucunda tahmin edilen çıkış değerlerinin gerçek değerlerle karşılaştırılması.
8. En az hata oranının belirlenmesi.
9. Ağ eğitiminin sonlandırılması.

Gerçek sistemden alınan 350 adet verinin %70'i ağın eğitilmesi için, %30'u ise ağın test edilmesinde kullanılacaktır. Ağ için en iyi öğrenme yöntemi, nöron sayısı, katman sayısı deneme yanılma yöntemiyle bulunacaktır.

5.3. Gerçekleştirilen Uygulama Örneği



Şekil 5.3. Gerçekleştirilen uygulama örneği

Kullanıcı Endüstri 4.0 ile sistemde seçici anahtarlar yardımıyla kararların oluşturulması ile istenirse kompanzasyonu devre dışı bırakacak, isterse statik kompanzasyon yapacak ya da isterse dinamik kompanzasyon yapacaktır.

Gerçek sistemden alınan veriler yardımıyla statik ve dinamik kompanzasyon değerleri hesaplanmış, yapay zeka tarafından ise gerekli kondansatör ve şönt reaktör akımlarını tahmin edilmiştir. Farklı gerçek verilerle hesaplamam kontrol edilmiş ve yapay zeka % 99.9 doğruluk oranıyla tahminlerini yapmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yapay sinir ağları temelli güç kompanzasyonu yapılmıştır. Değişik değerler için yapay sinir ağları tarafından kondansatör güçleri, şönt reaktörlerin akımları tahmin edilmiş senkron motorun akımı hesaplanmıştır.

Statik ve dinamik kompanzasyonun yanında bu çalışmada yapay zekalı kompanzasyonun da yapılabileceği görülmüştür.

Sistemin farklı yükler karşısında nasıl tepki verdiği yapılan simülatör yardımıyla görülmüştür. Simülatör yardımıyla kompanzasyon yöntemleri karşılaştırılmıştır.

Kompanzasyon sonuçlarına bakıldığında mevcut sistemde çalışan motorun olması durumunda dinamik kompanzasyon, çalışan motorun olmaması durumunda ise statik kompanzasyon yapılacağı tespit edilmiştir.

Tasarlanan kompanzasyon sistemleri için daha hassas reaktif güç kontrolü gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Yapılan tahminler sonucu yeni tasarlanacak olan sistemlerin performans, ilk yatırım ve işletme harcamaları açısından karşılaştırılması yapılarak daha sağlıklı kompanzasyon sistemleri tasarım yöntemi sağlanacaktır.

KAYNAKÇA

1. Öztemel, E., (2003). Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul.

2. Elmas, Ç., (2003). Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

3. http://www.psikolojik.gen.tr/yapay-sinir-aglari.html (Erişim tarihi: 31.10.2019).

4. http://www.akanesen.com/2017/09/yapay-sinir-ag-modeli.html (Erişim Tarihi:31.10.2019).

5. Görgün, A., (2009). Yapay Sinir Ağları Denetimli Senkron Motor İle Reaktif Güç Kompanzasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

6. Bayram, M. (2000). Kuvvetli Akım Tesislerinde Reaktif Güç Kompanzasyonu, Birsen Yayın Evi, İstanbul, 254s.

7. Bal G., Çolak İ., (1995). Reactive Power Compensator Using Constant Capacitor and Thyristor Controlled reactor Gazi University. J. Of Institute of Science and Technology, vol. 8, No. 2, p. 9-15.

8. Miller TJE., (October 1982). Reactive Power Control in Electric Systems, A Viley-Intersience Publication, New York, p.182-222.

9. El-Sadek M.Z., Fetih N.H., & Abdelbar F.N., (1988). Starting of Indiction Motor by Static VAR Compensators, Third International Conference on Power Electronics and Variable-Speed Drivesi, 444-447.

10. Al-Hamrani, M.M., Von Jouanne, A., & Wallece A., Power Factor Correction in İndustrial Facilities Using Adaptive Excitation Control Of Synchronouns Machines, Pulp ad Paper Industry Techical Conference, Conference Record of the 2002 Annual, 148-154.

11. Arifoğlu A., (2001). Yazılım Mühendisliği: Yöntemler, Metodolojiler, CASE Ortamları, Günün Teknolojisi, SAS Bilişim Yayınları.

YATILI OKULLARDA KALAN 10–14 YAŞ GRUBU ÖĞRENCİLER İLE EVDE KALIP NORMAL OKULA GİDEN ÖĞRENCİLERİN GELİŞME VE BÜYÜME EĞRİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT AND GROWTH CURVES OF 10-14 YEARS OLD SCHOOL STUDENTS AND STAYING STUDENTS AT HOME

Doç. Dr. Aziz AKSOY
Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Diyetisyen Emine YAYLA
Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü

ÖZET

Bu çalışma, Bitlis ili merkez ilçesinde bulunan yatılı ilköğretim bölge okulu, Sait Nursi imam-hatip lisesi, Selahattin Eyyubi ilköğretim okullarının yatılı ve gündüzlü bölümlerinde okuyan 10–14 yaş grubu öğrencilerin gelişme ve büyüme eğrilerinin beslenme alışkanlıklarına göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu okulların 5-9. sınıflarında okuyan 435 öğrenciye 26 soruluk bir anket uygulanmış olup, ağırlık ve boy ölçümleri yapılmıştır. Araştırma grubunun %47,2'sini yatılı öğrenciler, %52,8'ini gündüzlü öğrenciler oluşturmaktadır. Verilerin değerlendirilmesiyle öğrencilerin sınıflara, cinsiyete ve yatılı-gündüzlü durumuna göre dağılımları tesbit edilmiştir. Yatılı ve gündüzlü öğrencilerin beslenme şekilleri ve alışkanlıkları araştırılmış, boy ve ağırlıkları arasındaki farkın sebep ve nedenleri belirlenmiştir. Yatılı öğrencilerin her ne kadar öğün sayısı ve beslenme düzenleri iyi olsa da, aileden ayrı olmak ve ekonomik statülerinin etkileriyle gelişim açısından gündüzlü öğrencilerden daha düşük gelişim ve büyüme eğrilerine sahip oldukları görülmüştür. Özellikle yatılı okullarda yemek ve uyku saatlerinin düzenli olmasına rağmen, öğrencilerin psikolojik olarak etkilendikleri anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yatılı ilköğretim bölge okulu, öğrenci, sağlık durumu, beden kitle indeksi

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the development and growth curves of the 10-14 age group of children in the boarding and daytime departments of the primary boarding school in the central district of Bitlis province, Sait Nursi imam-hatip high school and Selahattin Eyyubi primary schools. These schools are 5-9. A questionnaire of 26 questions was applied to 435 students attending the first grade, and weight and height measurements were made. 47.2% of the research group consists of boarding students and 52.8% of students are day students. The distribution of the students according to class, gender and boarding-day situation was determined by the evaluation of the data. The diets and habits of boarding and day students were investigated and the reasons and reasons of the difference between height and weight were determined. Although the number of boarding students is good in terms of number of meals and diets, it is seen that they have lower development and growth curves than day students in terms of being separated from the family and the effects of their economic status. Even though the

meal and sleep hours were regular, especially in boarding schools, the students were found to be psychologically affected.

Keywords: Regional primary boarding school, student, health status, body mass index

GİRİŞ

Okul çağı; çocukların temel sağlık ve sağlığı koruma davranışlarının şekillendiği ve etkin olarak kazanıldığı bir dönemdir (1). Bu dönemde çocuklar sürekli büyüme ve gelişme içerisindedir. Farklı kültürel koşullarda değişiklik gösterse de Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 10-19 yaşlar arasını adölesan dönem olarak tanımlamaktadır. Hemen hemen evrensel olarak bu dönem birçok fiziksel ve psikolojik değişikliklerin görüldüğü çocukluktan yetişkinliğe geçiş dönemidir (2-5). Dünya nüfusunun olduğu kadar, ülkemiz nüfusunun da önemli bir kısmını adolesan dönemdeki gençlerin oluşturduğu bilinmektedir. Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması'na (TNSA 2008) göre ülkemizde 10-19 yaş grubu adölesanlar toplumun % 18.5'ini oluşturmaktadır (6,7).

Adölesanların özgüveni yüksek, sağlıklı ve mutlu birer yetişkin olabilmeleri için kendi kapasitelerini geliştirebildikleri uygun ve destekleyici ortamlarda yetişmeleri gerekmektedir (7). Adölesanların ihtiyaçlarının göz ardı edilmesi sadece onların yaşamlarını değil ulusal güvenliğin ve sosyo-ekonomik gelişmenin sağlanmasını da riske atmaktadır. Adölesan dönemi olumsuz sağlık davranışlarının edinilmesi açısından riskli bir dönemdir (8).

Bu nedenle olumsuz davranış edinmesine yol açacak risklerin ortadan kaldırılması ve olumlu sağlık davranışlarını kazandırabilecek sağlık programlarının uygulanabilmesi büyük önem arzetmektedir. Adölesanların yaşamlarının büyük bölümünün okulda geçmesi nedeniyle okulda uygulanacak sağlık programlarının başarısı yüksek olacaktır (7,9). Nüfusun az ve dağınık olduğu yerleşim yerlerinde (köy, mezra) zorunlu eğitim çağına gelmiş, yoksul aile çocuklarının sekiz yıllık eğitim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yatılı ilköğretim bölge okulları kurulmuştur. Bu okullarda öğrencilere eğitim-öğretimin yanı sıra, eğitimleri boyunca beslenme, barınma, tedavi vb. olanaklar da sağlanmaktadır (10-12).

Yatılı ilköğretim bölge okullarında okuyan öğrenciler ailelerinden ayrı yaşadıkları ve zamanlarının tamamını okulda geçirdikleri için bu okullar eğitim ve öğretim faaliyetlerinin yanı sıra aile işlevlerini de karşılama sorumluluğunu taşımaktadırlar.

Bu çalışmada, yatılı ilköğretim bölge okullarının yatılı ve gündüzlü bölümlerinde okuyan 10–14 yaş grubu öğrencilerin gelişme ve büyüme eğrilerinin beslenme alışkanlıklarına göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma Bitlis il merkezinde YİBO(Yatılı İlköğretim Bölge Okulu), Selahattin Eyyubi İlköğretim Okulu, Said Nursi Anadolu İmam Hatip Lisesi öğrencilerinde yapıldı. Çalışmaya başlamadan önce gerekli etik izinler ve kurum izinleri alındı. Okulların 5, 6, 7, 8 ve 9. Sınıflarında okuyan 10-14 yaş aralığındaki öğrenciler araştırmaya dahil edildi. Araştırmaya 205

yatılı okulda kalan ve 229 gündüzlü ailesinin yanında kalan öğrenci katıldı. Çalışmaya katılmayı kabul eden öğrencilere anket formu uygulanmış olup, takibinde öğrencilerin boy ve kilo ölçümleri yapıldı. Anket verileri ve ölçümler excel veri tablosuna kaydedilerek veriler SPSS 17.00 Software istatistik programında analiz edildi.

BULGULAR

Demografik Özellikler

Tablo 1. Öğrencilerin Cinsiyete Göre Kaldığı Yerler Ve Sınıf Dağılımları

cinsiyet			Kaldığı yer		Total	p
			aile	yurt		
erkek	sınıf	5,00	32	44	76	0,072
		6,00	19	14	33	
		7,00	29	22	51	
		8,00	23	14	37	
		9,00	31	46	77	
	Total		134	140	274	
kız	sınıf	5,00	27	29	56	0,039
		6,00	21	10	31	
		7,00	25	20	45	
		8,00	22	6	28	
	Total		95	65	160	
Total	sınıf	5,00	59	73	132	0,001
		6,00	40	24	64	
		7,00	54	42	96	
		8,00	45	20	65	
		9,00	31	46	77	
	Total		229	205	434	

Tablo 2. Öğrencilerin Cinsiyete Göre Yaşları Ve Kaldığı Yer Dağılımları

Cinsiyet			Kaldığı Yer		Total	P
			Aile	Yurt		
Erkek	Yaş	10,00	13	15	28	0,078
		11,00	23	24	47	
		12,00	21	25	46	
		13,00	35	18	53	
		14,00	42	58	100	
	Total		134	140	274	
Kız	Yaş	10,00	11	16	27	0,121
		11,00	25	17	42	
		12,00	23	16	39	
		13,00	29	15	44	
		14,00	7	1	8	
	Total		95	65	160	
Total	Yaş	10,00	24	31	55	0,026
		11,00	48	41	89	
		12,00	44	41	85	
		13,00	64	33	97	
		14,00	49	59	108	
	Total		229	205	434	

Tablo 3. Öğrencilerin Cinsiyete Göre Kaldığı Yerler Ve Beden Kitle İndeksi (Bki) Dağılımları

Cinsiyet			Kaldığı Yer		Toplam	P
			Aile	Yurt		
Erkek	BKİ	<18,5	75	91	166	0,073
		18,5-24,9	53	48	101	
		25-29,9	6	1	7	
	Toplam		134	140	274	
Kız	BKİ	<18,5	56	51	107	0,041
		18,5-24,9	34	14	48	
		25-29,9	4	0	4	
		30-34,9	1	0	1	
	Toplam		95	65	160	
Toplam	BKİ	<18,5	131	142	273	0,08
		18,5-24,9	87	62	149	
		25-29,9	10	1	11	
		30-34,9	1	0	1	
	Total		229	205	434	

Katılımcı öğrencilerin 229 öğrenci ailesinin yanında, 205 öğrenci ise yurtta kalmaktaydı. Toplam 434 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Öğrenciler cinsiyet ve sınıflarına göre kaldığı yerlere bakıldığında ailesinin yanında kalan kız öğrenci sayısı 95, yurtta kalanlar ise 65 olarak bulunmuştur. Erkek öğrencilerin ise 134'ü ailesinin yanında 140'ı ise yurtta kaldığı görülmüştür (Tablo 1). Yaş tablosuna bakıldığında yurtta ve ailesinin yanında kalan öğrencilerin cinsiyete göre dağılımlarına bakıldığında yaşları ile yurtta veya ailesinde kalma arasında aralarında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (P>0,05). Öğrencilerin vücut kitle indeksleri cinsiyet ve kaldığı yerlere göre değerlendirildiğinde (Tablo3) kız öğrencilerde anlmlı bulunduğu (P<0,05), erkek öğrencilerde anmalı bunmadığı görülmüştür (P>0.05).

Tablo 4. Ailede ortamında kalan Öğrencilerin Boy ve Kilo ortalamaları

Yaş	Kaldığı Yer	Cinsiyet	n	Boy (Mean ± SD)	Kilo (Mean ± SD)
10	Aile	Erkek	13	148,27±12,05	39,35±10,34
		Kız	11	139,36±12,83	34,00±11,18
10	Yurt	Erkek	15	135,73±7,77	29,29±8,36
		Kız	16	136,81±6,09	30,25±3,90
11	Aile	Erkek	23	150,39±12,00	41,63±11,28
		Kız	25	145,24±12,79	37,12±11,11
11	Yurt	Erkek	24	138,25±7,60	31,43±8,13
		Kız	17	143,35±7,07	34,44±4,95
12	Aile	Erkek	21	149,33±11,84	40,65±11,16
		Kız	23	153,86±12,39	44,91±10,96
12	Yurt	Erkek	25	142,76±7,77	34,78±11,27
		Kız	16	147,31±7,18	34,46±5,04
13	Aile	Erkek	35	157,85±11,62	48,71±11,11
		Kız	29	157,96±12,12	49,72±11,04
13	Yurt	Erkek	18	157,85±11,62	37,94±4,76
		Kız	15	153,20±4,92	41,96±4,37
14	Aile	Erkek	42	164,26±12,01	54,34±9,94
		Kız	7	160,42±11,96	51,14±11,20
14	Yurt	Erkek	58	161,46±7,48	50,10±4,54
		Kız	1	160,00±00,00	60,00±00,00

SD: Standart Sapma

Katılımcı öğrencilerin kaldığı yere göre ve yaşlarına göre ayrım yapılarak boy ve kilolarının ortalamaları ve standart sapmaları hesaplandı (Tablo 4). Yaş grupları bazında ailelerinin yanında kalarak ve yurt ortamında kalarak eğitim öğretimine devam eden öğrencilerin boy ve kilolarında anlamlı bir fark bulundu (P<0,05). Ailede kalanların boy ve kiloları daha yüksek bulundu.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Anne-babanın çocuk üzerindeki etki alanı çok geniştir. Anne-babalar 0-6 yaş döneminde hem çocukların tüm gereksinimlerinin yerine getirilmesinde en yakınında olan kişiler, hem de ilk öğretmenleridir. İnsan kişiliğinin, davranışlarının gelişimsel temellerinin 0-6 yaş döneminde atıldığı göz önüne alındığında anne-baba öğesinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır (13,14). Çocuk çeşitli durumlardan dolayı, yaşamın bazı dönemlerinde ailesinden ayrı kalabilir. Çocuğun bir kurum tarafından bakımı gerekebilir. Eğitim, anne-babanın kaybı, uzun süreli hastalık, ekonomik nedenler, okulun yerleşim yerine uzaklığı bunlardan bazılarıdır. 5-19 yaşlarını kapsayan ilk ve orta öğrenim, geleceğin sağlıklı toplumlarını oluşturmada çok önemli

bir dönemdir. Bu dönemde sürekli büyüme ve gelişme içerisinde olan çocukların sevgi, saygı, güven içinde yaşamaları, sağlıklı kişilik geliştirmeleri, sağlıklı davranışları kazanmaları okul yaşam ortamına bağlıdır. Çalışmamızda yatılı öğrencilerin boy ve ağırlık değerlerinin gündüzlü olan öğrencilere oranla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumu ailelerinden ayrı kalmalarından dolayı psikolojik duruma bağlı olarak iştahsızlık, aileye özlem, vs. gibi etkenlerle ilişkilendirilebilir. Araştırma anketinden çıkan sonuca göre öğrencilerin yumurta tüketimine bakıldığında gündüzlü öğrencilerin %52,0'ı yatılı öğrencilerin ise %24,4'ünün günlük yumurta tükettikleri belirlenmiştir. Bu anket sonucuna göre gündüzlü öğrencilerin yatılı öğrencilere kıyasla düzenli olarak yumurta tükettikleri, peynir ve zeytin tüketimine bakıldığında gündüzlü öğrencilerin %52,6'sının, yatılı öğrencilerin ise %47,1'inin peynir ve zeytin tükettikleri belirlenmiştir. Peynir ve zeytin tüketimi değerlerine bakıldığında gündüzlü ve yatılı öğrenciler arasında az da olsa fark olduğu görülmüştür. Gündüzlü öğrencilerin tüketim değerleri daha fazla çıkmıştır.

Fiziksel gelişimleri göz önünde bulundurulduğunda, boy ve ağırlık ölçümlerine bakılarak yatılı öğrencilerin değerleri gündüzlü öğrencilere oranla daha düşük çıkmıştır. Anket sonucunun tümünü bırakamadığımız verilerde sorguladığımız temel besinlerin gündüzlü öğrenciler tarafından düzenli ve sıklıkla tüketildiği, yatılı öğrenciler tarafından ise az ve yetersiz şekilde tüketildiği görülmüştür. Bu da sonuç olarak boy ve ağırlık tablolarının gösterdiği şekilde aralarında fark oluşmasının nedeni gösterilebilir.

Yatılı okullarda düzenli olarak verilen öğünler sağlıklı ve dengeli beslenme, uyku düzeni için iyi bir ortam oluşturmuş olabilir. Öğrencilerin özellikle aileye özlem, adolesan çağda aileden ayrı kalmaları, yalnızlık hissi, psikolojilerini ve beslenmelerini olumsuz yönde etkilemiş olabilir. Yemek, uyku, çalışma saatleri ne kadar düzenli olursa olsun, öğrencilerin ailelerinden uzak kalmaları fiziksel gelişimlerine de etki ettiği bu çalışma verilerinden çıkarılabilir.

KAYNAKLAR

1. Önal AE, Erbil S, Gürtekin B, ve ark. İki ilköğretim okulunda öğrencilerin kendi sağlıkların algılama düzeyi ve bildikleri sağlık sorunları. Nobel Medicus 2009; 5(2): 2448.
2. Mitchell K, Pauls J. Adolescent health status: An analysis of female adolescent sleep duration and mother educational backround on body mass index. Journals of Womens Health Physical Therapy 2006; 30; 1;12-14.
3. Holt CR, Barta KM, Neigbors M, Smith RM. The role of the school nurse: Perception of school nurses and superintendents, Journal of Educational Research & Policy Studies 2002; 3(2): 89-100.
4. Rogol AD, Clark PA, Roemmich N. Growth and pubertal development in children and adolescent effects of diet and physical activity. Am Clinic Nutrition 2000; 72: 5215-5285.
5. WHO. Department of Reproductive Health and Research. World Health and Research, Geneva, Switzerland.
6. United Nations. World Youth Report 2003. United Nation Publication 2004; pp 1-396.

7. Shore WB, Braveman P, Mellin. L. Health Maintenance for Adolescents. In: Taylor, RB. Family Medicine, 5th edç Newyork: Springer-Verlag, 1998; 162-169.
8. HÜNEE. Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması 2008. Hacettepe Hastaneleri Basımevi. Ankara 2009; 17-54.
9. Arı A. Normal, taşımalı ve yatılı ilköğretim bölge okullarının karşılaştırlması. Milli Eğitim Dergisi. 2002; 153-154: 119.
10. Smith, C. Sandhu DS. Toward a positive perspective on violence prevention in school building connections. Journal of Counseling&Development 2004; 82(3): 287-293.
11. Pender NJ, Murdaug CL, Parsons MA. Health Promotion Nursing Practice. Fourth ed. Upper saddle River. New Jersey 2002; 13-209.
12. Ball JW, Bindler RC. Child Health Nursing: Partnering with children&families. Pearson Education. Upper saddle River. New Jersey 2006; 1- 86.
13. İlköğretim ve Eğitim Kanunu. Milli Eğitim Temel Kanunu. Resmi Gazete. Ağustos 1997. s.2.
14. Pekcan G. Adölesan Döneminde Beslenme, Klinik Çocuk Forumu, 2004; 4(1): 38- 47.

NADİR GÖRÜLEN BİR HASTALIK: PULMONER LANGERHANS HÜCRELİ HİSTİOSİTOZİS X OLGUSU

A RARE DISEASE: A CASE OF PULMONARY LANGERHANS CELL HISTIOCYTOSIS X

Şerif KURTULUŞ

Harran Universty Medicine of Faculty, Department of Chest Diseases, Sanliurfa / Turkey

Özet

Pulmoner Langerhans Hücreli Histiositozis X (PLHH) , sigara içenlerde görülen, 20-40 yaşlarda pik yapan, nedeni bilinmeyen nadir hastalıklardandır. Kuru öksürük ve/veya nefes darlığı ile başvururlar. Akciğer tutulumunda tanı radyolojik olarak yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografisi (YÇBT) ile konulur. Kesin tanı için lezyon olan bölgeden cerrahi biyopsi ve patolojik değerlendirme yapılabilir. Kesin tedavisi bilinmemekle birlikte sigaranın bırakılması önem arz eder. Olgumuzu az görülen bir hastalık olması nedeniyle sunmak istedik.

Anahtar Sözcükler: Histiositozis X, Nefes Darlığı, Öksürük, Sigara

Abstract

Pulmonary Langerhans Cell Histiocytosis X (PLHH) is a rare disease of unknown origin that seen in smokers and peaking at the age of 20-40 years. Diagnosis is made by high resolution computed tomography (HRCT) at the pulmonary involvement. Surgical biopsy and pathological evaluation can be performed from the lesion area for definitive diagnosis. Although the exact treatment is not known, smoking cessation is important. We wanted to present our case because it is a rare disease.

Keywords: Histiocytosis X, Shortness of breath, Cough, Smoking

OLGU: Yirmi altı yaşında askeri personel olan erkek hasta, kuru öksürük ve eforla olan nefes darlığı şikayeti ile polikliniğe başvurdu. Aktif sigara kullanma (6 paket/yıl) öyküsü mevcuttu. Yapılan solunum fonksiyon testlerinde; FEV1: 4,29 L (% 88.7), FVC: 5.92 L (% 101.1), FEV 1/FVC ise %73.1 idi. Çekilen akciğer grafide (Resim 1) üst - orta zonda retiküler infiltrasyonlar izlendi. Kontrastlı akciğer bilgisayarlı tomografide (Toaraks BT) (Resim 2A, 2B, 2C) reaktif mediastinal lenf düğümleri, bilateral üst loplarda ve alt lop süperior segmentlerde daha belirgin olan ve diğer segment – loplarda daha az olan değişik boyutlarda, en büyüğü 5 cm boyutuna varan düzensiz konturlu ince duvar özelliğinde kistik lezyonlar izlendi. Hastaya Bronkoskopi lavaj yapılması önerildi. Hasta kabul etmedi. Hastada balgam tüberküloz ARB (-), Balgam adi kültür (-) olarak sonuçlandı. Klinik-

Radyolojik Pulmoner Langerhans Hücreli Histiositozis X tanısı konuldu. Sigara bırakması önerildi. Akciğer transplantasyonu yönünden değerlendirilmek üzere ileri merkeze yönlendirildi.

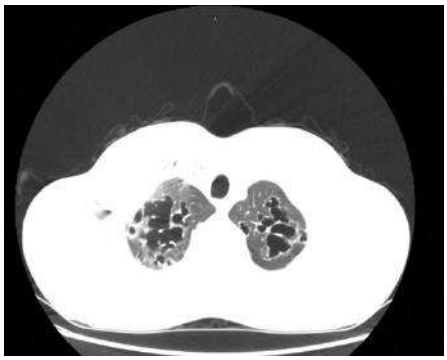
TARTIŞMA: PLHH; Histositik hastalıklar içinde yer alır. Bilateral akciğerlerde langerhans hücre infiltrasyonu görülür (1). Fizyo – patolojisi bilinmemekle birlikte % 90'ın sigara içmesi önem arz eder. Hastamız aktif sigara içicisiydi. Hastalar % 20-25 oranında asemptomatik olur. Hastamızda kuru öksürük ve efor dispnesi vardı (2). X cisimciği mikroskopide görülen "Birbeck granülleri" dir. Stoplazmada yer alan üç tabakalı inklüzyonlardır. CD1a (S100) proteini boyanması ise güncelliğini koruyan spesifik tanı yöntemidir (3). Tanı için bronkoskopiyi kabul etmemesi nedeniyle bronkoalveolar lavaj yapılamadı. PLHH düşünülen hastada PA akciğer grafisi ve YÇBT çekilmelidir. YÇBT'de sınırları net seçilemeyen küçük nodüller, kaviter nodüller ile ince ve kalın cidarlı kistler görülür. Kavite içeren nodüller sentrilobüler dağılım gösterir ve zamanla kalın ve ince duvarlı kistlere dönüşüm izlenir (4) Tanı klinik-radyolojik (Toraks BT) olarak konuldu. Çekilen Toraks BT'de mediastinal lenf düğümleri, bilateral değişik boyutlarda ince duvarlı kistik lezyonlar izlendi. Tedavi sigaranın bırakılmasıdır (5) Ayrıca akciğer nakli yönünden takibi yapılmalıdır (3). Hastamızda sigara bırakma davranış tedavisi başlandı ve akciğer nakli yönünden ileri merkez önerildi. Hastanın takipleri devam etmektedir.

Sonuç olarak; öksürük, nefes darlığı şikayetiyle başvuran, sigara kullanan hastalarda Akciğer grafilerinde nodüler görünüm, ince duvarlı kistlerin olması durumunda nadir görülen PLHH hastalığı da düşünülmelidir.

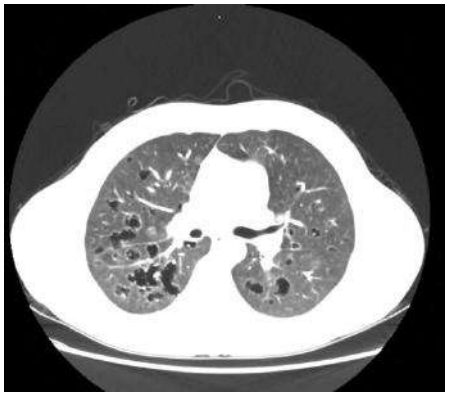
Resim 1: Posterior Anterior Akciğer Grafide üst-orta zonlarda belirgin infiltrasyon



Resim 2A: Toraks Bilgisayarlı Tomografi



Resim 2B: Toraks Bilgisayarlı Tomografi



Resim 2C: Toraks Bilgisayarlı Tomografi



KAYNAKÇA:

1. Yıldız P.G., Ekici A, Bulcun E, Ekici M.S. Pulmonary Langerhans Cell Histiocytosis X: An Analysis of Four Cases, Respir Case Rep 2013;2(3):106-111 DOI: 10.5505/respircase.2013.70298
2. Tazi A, Soler P, Hance A. Pulmonary Langerhans cell histiocytosis. Eur Respir Mon 2000; 14:181-93.

3. Kırbaş G.Pulmoner Langerhans Hücreli Histiositoz (Pulmoner Histiositız X). In: Özlü T, Metintaş M, Karadağ M, Kaya A.(Editörler) Solunum Sistemi ve Hastalıkları Temel Başvuru Kitabı. İstanbul, Medikal Yayıncılık Bilimsel Eserler Dizisi, 2010:1155-63.
4. Bulcun E, Ekici A, Ekici M. Pulmoner Langerhans hücreli histiyositozis: Bir olgu sunumu. İzmir Göğüs Hastalıkları Dergisi 2011; 25:117-22.
5. Mogulkoc N, Veral A, Bishop PW, Bayindir, Pickering CA Egan JJ. Pulmonary Langerhans' cell histiocytosis: radiologic resolution following smoking cessation. Chest 1999; 115:1452-5. [CrossRef]

GELENEKSEL TEDAVİDE METABOLİZMA RAHATSIZIKLARINA KARŞI KULLANILAN BAZI TIBBİ BİTKİLER

THE SOME MEDICINAL PLANTS USED FOR METABOLISMAL DISEASES IN TRADITIONAL MEDICINE

Arş. Gör. Dr. Faruk KARAHAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hatay

ÖZET

Bu çalışma, Hatay Bölgesi'nde yaşayan yöre halkı tarafından geleneksel tedavide metabolizmal rahatsızlıklara karşı kullanılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Çalışma sonucuna göre 17 familyaya ait toplam 37 bitki taksonu belirlenmiştir. Bu bitkilerin latince ve yöresel isimleri, kullanılan kısımları ve kullanım amaçları değerlendirilmiştir. Bitkilerin genellikle çay olarak tüketildiği belirlenmiştir. Kullanım amacı bakımından bitkilerin en çok iştahsızlık (%52.3) ve diabete (27.3) karşı kullanıldığı belirlenmiştir. Bu çalışmayla birçok farklı kültürün bir arada yaşadığı ve zengin bir etnobotanik mirasa sahip olan Hatay ve çevresinde gerçekleştirilecek etnobotanik çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: etnobotanik, metabolizma, halk tıbbı.

1.GİRİŞ

İlkçağlardan günümüze kadar insanlar bitkileri çok farklı amaçlar için (gıda, yem, yakacak, katran, zamk, narkotik, süs, boya, el sanatları, erozyon önleyici, parfüm ve kozmetikte kullanılanlar; tanen ve boya maddeleri; lif, elyaf ve iplik üretilen bitkiler; hayvan yemi ve alet yapımı vb.) kullanmış olsalar da en çok hastalıkların tedavisinde yararlanmışlardır. Halk ilaçlarıyla tedavi, geçmişte olduğu gibi günümüzde de geçerliliğini sürdürmekte ve dünya üzerinde özellikle modern sağlık hizmetlerinin yeterli olmadığı alanlarda, halk sağlığı açısından önem taşımaktadır. Ülkemizde de sıklığı bilinmemekle birlikte, çok sayıda hastanın tıbbi tedavilerin yanı sıra bitkisel tedavilere de başvurduğu yönünde kayıtlar mevcuttur (Kurt ve ark., 2004; Algier ve ark., 2005; Kendir ve Güvenç, 2010).

Bu çalışmanın kapsamında çok zengin bir kültürel çeşitliliğe sahip Hatay Bölgesi'nde yöre halkının özellikle metabolizmal rahatsızlıklara karşı yararlandığı tıbbi ve aromatik bitkiler belirlenmiştir.

2.MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında bölgede daha önce yapılmış etnobotanik çalışmalardan elde edilen veriler derlenerek özel olarak metabolizma hastalıklarına karşı kullanılan bitkilerin latince ve yöresel isimleri, kullanılan kısımları, kullanım şekilleri ve kullanım amaçları ilgili literatürle desteklenerek tablo halinde verilmiştir.

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan literatür derlemesinde elde edilen verilere göre Hatay'da yayılış gösteren ve yöre halkı tarafından çeşitli metabolizmal rahatsızlıklara karşı kullanılan 17 familyaya ait toplam 37 bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen bitkilerden *Centaurea antiochia.* var. *antiochia*, *C. arifolia*, *C. ptosimopappa*, *Astragalus schizopterus*, *Phlomis linearis* ve *Stachys rupestris* taksonları endemik olup bölgeye has türlerdir.

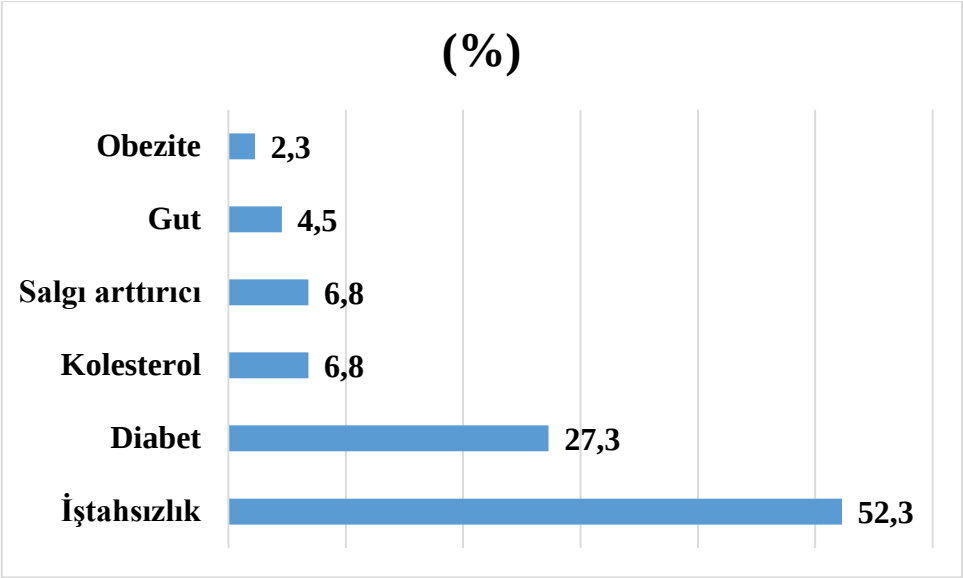
Tablo1. Metabolizmal rahatsızlıklarda kullanılan bazı tıbbi ve aromatik bazı bitkiler

No	Bilimsel ismi	Element/ Form	Yöresel ismi	Kullanılan kısmı	Kullanılışı	Kullanım amacı
	AMARYLLIDACEAE					
1	**Narcissus tazetta* L. ssp. *tazetta*	B/P	Nergis	Çiçekleri Toprak üstü kısımlar	Haricen	Gut hastalığı (Baytop 1999).
	ANACARDIACEAE					
2	**Rhus coriaria L.*	İT/P (ϕ)	Sumak	Meyveleri ve yaprakları	Baharat ve çay olarak	Şeker hastalığı (Büyükgebiz, 2006, Baytop 1999).
	ASTERACEA					
3	**Achillea millefolium* L.	AS/P	Civan Perçemi	Çiçekli dalları	Çay olarak	İştahsızlık (Baytop 1999).
4	***Centaurea antiochia* Boiss. var. *antiochia*.	AK/P	Antakya peygamber çiçeği	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
5	***Centaurea arifolia* Boiss.	İT/P	Eşek dikeni	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
6	***Centaurea ptosimopappa* Hayek	AK/P	Sarıbaş	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
7	**Cichorium intybus* L	B/P	Hindiba	Toprak üstü kısımları Kökleri	Dekoksiyon İnfusion Çay olarak	Kolestrol, iştahsızlık, şeker ve gut hastalıklarına karşı (Polat ve Satıl 2012; Koçyiğit 2005)
8	**Cnicus benedictus L.*	İT/A	Mübarek dikeni	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
	BORAGINACEAE					
9	**Echium italicum* L.	AK/B	Sığırdili	Çeşitli kısımları yaprakları	Çay olarak	Kolesterol tedavisinde kullanılır (Baytop 1999).
	BRASSICACEAE					
10	**Sinapis arvensis L.*	İT/P	Hardal	Tohumları	Çay olarak Yağı haricen	İştah açıcı ve hazmı kolaylaştırıcı (Baytop 1999).
	CISTACEAE					
11	**Cistus creticus* L.	AS/P	Karağan	Yaprak ve dalları	Çay ve baharat olarak kullanılır	Diyabet (Polat ve Satıl 2012).
	FABACEAE					
12	***Astragalus schizopterus* Boiss.	AK/P	Mor geven	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Diyabet (Sarıyar 2011).
13	**Pisum sativum* L. ssp. *elatius*	AK/A	Yaban Baklası	Toprak üstü meyve tohumları	Taze olarak yenir	Diyabet (Seida ve ark. 2011; Taha ve ark. 2011).
	GENTIANACEAE					
14	**Centaurium erythraea* RAFN ssp. *erythraea* RAFN	AS/B	Tukul Otu Kırmızı kantaron	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999; Güzel ve ark. 2015).
	JUGLANDACEAE					
15	**Junglans regia L.*	İT/P	Ceviz	Yaprak ve meyveleri	Çay olarak, direkt olarak ve yağ olarak	İştahsızlık, kolesterol, şeker hastalığına karşı kullanılır (Baytop 1999).
	LAMIACEAE					
16	**Micromeria fruticosa* (L.) Druce ssp. *barbata* (BOISS. ET KOTSCHY) DAVIS	DA/P	Taş Nanesi	Çiçekli dalları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Shehab ve Abu-Gharbieh 2012).
17	**Micromeria myrtifolia* Boiss. & Hohen	DA/P	Sümbülçayı	Çiçekli dalları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
18	**Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes)	DA/P	At Kekiği	Yaprakları Çiçekleri	Çay olarak	Salgı arttırıcıdır (Koçyiğit 2005).
19	***Phlomis linearis* Boiss. & Bal.	İT/P	Ballıbaba	Yaprak ve çiçekler	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).

20	**Phlomis viscosa* Poiret	DA/P	Yapışkan Çalba	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
21	**Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes)	DA/P	At Kekiği	Yaprakları Çiçekleri	Çay olarak	Salgı arttırıcı etkisi vardır (Koçyiğit 2005).
22	**Salvia multicaulis* Vahl.	İT/P	Dağ Reyhanı	Çiçekli dallar, yapraklar ve kökler	Baharat, Tek veya Bal ve sirke ile karıştırılarak çay şeklinde	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
23	**Salvia sclarea* L.	AS/B,P	Misk adaçayı	Çiçekli dallar ve yapraklar	Tek veya Baharat, Bal ve sirke ile karıştırılarak çay şeklinde tüketilir	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
24	**Salvia virgata* Jacq.	İT/P	Kokur İbikli adaçayı	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
25	**Sideritis perfoliata* L	DA/P	Dağ Çayı	Çiçekli dalları	Çay olarak	Çiçek durumları veya yaprakları iştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
26	***Stachys rupestris* Montbret et Aucher ex Bentham	DA/P	Kestere	Çiçekli dalları yaprakları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
27	**Teucrium chamaedrys* L.	AS/P	Kısamahmut	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
28	**Teucrium polium L.*	İT/P	Peryavşan Mayasıl otu	Çiçekli dalları	Çay olarak	Şeker hastalığına karşı kullanılır (Baytop 1999).
	LAURACEAE					
29	**Laurus nobilis* L.	AK/P (ϕ)	Defne	Yaprakları Meyveleri Tohumları	Dekoksiyon İnfusyon maserasyon Sabun şeklinde	Diyabet, iştahsızlık, (Baytop 1999; Ozturk ve ark., 2017).
	LILIACEAE					
30	**Ruscus aculeatus* L.	İT/P	Tavşan kirazı	Kökleri ve yaprakları	Çay olarak	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
	MYRTACEAE					
31	**Myrtus communis* L. ssp. *communis* L.	B/P	Mersin Reyhan Murt	Yaprak ve meyveler	Meyveleri taze olarak yenir, çay olarak tüketilir.	İştah açıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
	ROSACEAE					
32	**Rubus discolor* Weihe & Nees	İT/P	Kuş Üzümü Böğürtlen	Meyveleri yaprakları kökleri	Gıda amaçlı Meyve suyu Çay olarak	Şeker hastalığı tedavisinde (Çakılcıoğlu & Türkoğlu 2010).
33	**Rubus sanctus* Schreber	İT/P	Böğürtlen	Yapraklar Çiçekli dalları Kökleri	Çay olarak, haricen	Şeker hastalığı, mide ağrısı, kabızlık, doğum lekesi, kardiyovasküler, beslenme, tonik, bademcik iltihabı (Fakir ve ark., 2009; yara iyileşmesi (Al-Khalil 1995).
34	**Sarcopoterium spinasum* (L.) Spach.	AK/P	Abdestbozan otu	Toprak üstü ve altı	Çay olarak	Şeker hastalığının tedavisinde (Smirin ve ark. 2010).
	PLANTAGINACEAE					
35	**Plantago lanceolata* L.	İT/P	Sinirli ot	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Obezite (Baytop 1999).
	URTICACEAE					
36	**Urtica dioica* L.	AS/P	Isırgan	Toprak üstü kısımları Tohumları	Çay olarak	Diyabet, iştahsızlık, (Afifi-Yazar ve ark., 2011; Akaydın ve ark., 2013)
	VERBENACEAE					
37	**Verbena officinalis* L.	B/P	Mineçiçeği	Toprak üstü kısımları	İnfusyon çay olarak	Kadınlarda süt arttırıcı (Al-Quran, 2009; İlçim, 2014)

Not: A:Avrupa; AK:Akdeniz; AS: Avrupa-Sibirya; DA: Doğu Akdeniz; İT:İran-Turan;*Yaygın; **Endemik; ϕ: Kültür Formu; A:Tek Yıllık; B: İki Yıllık; P: Çok Yıllık

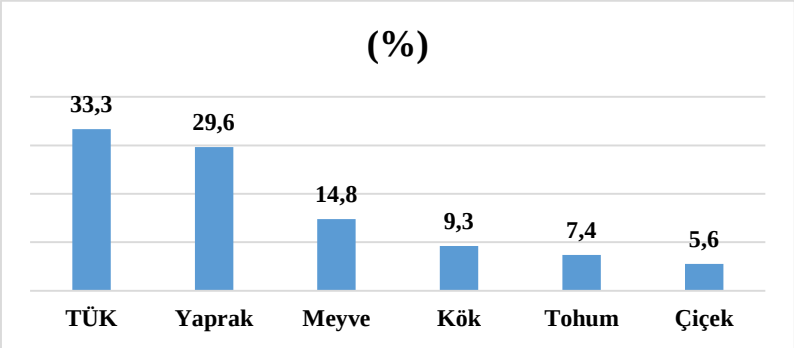
Kullanım amaçlarına göre değerlendirildiğinde tespit edilen bitkilerin halk tıbbında en fazla iştahsızlık (% 52.3) ve şeker hastalığı (27.3) şikayetine karşı kullanıldığı görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Tespit edilen tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım amaçları (%).

En çok bitki taksonu içeren familyalar sırasıyla 13 taksonla Lamiaceae (Ballıbabagiller) ve 6 taksonla Asteraceae (Papatyagiller) olurken en çok tür içeren cinsler 3'er taksonla *Centaurea* ve *Salvia* olmuştur. Ballıbabagiller familyası içerdikleri zengin uçucu yağlar ve hoş kokularıyla ünlü birçok tıbbi ve aromatik bitkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Asteraceae familyası ise ülkemizde en çok bitki türüne sahip familyadır ve yine etnobotanik açıdan değerli birçok bitki türünü barındırmaktadır.

Kullanılan kısımlarına göre değerlendirildiğinde bitkilerin en çok toprak üstü kısımları (% 33.3), yaprakları (% 29.6) ve meyveleri (% 14.8) kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Tespit edilen tıbbi aromatik bitkilerin kullanılan kısımları (%)

Kullanım şekillerine göre değerlendirildiğinde ise bitkilerin genellikle çay olarak tüketildiği görülmektedir. Tespit edilen bitkiler orjinleri bakımından değerlendirildiğinde 13 bitki İran-Turan, 7'şer bitki Akdeniz ve Doğu Akdeniz, 6 bitki Avrupa-Sibirya fitocoğrafik

bölgesine ait olarak belirlenirken 4 bitkinin fitocoğrafik orjini bilinmemektedir. Yaşam süreleri bakımından 33 bitki çok yıllık, 2 bitki iki yıllık ve 2 bitki ise tek yıllık olarak belirlenmiştir.

Görüldüğü üzere yöre halkı sadece metabolizmal hastalıklara karşı birçok farklı bitkiden yararlanmaktadır. Şüphesiz bu kullanımların dışında yöre halkı birçok bitki türünü farklı amaçlar için kullanmaktadır. Hatay Bölgesi'nin birçok farklı kültür ve inanca sahip insanın bir arada yaşadığı kozmopolit bir coğrafya olması zengin bir etnobotanik mirasa sahip olmasını sağlamıştır. Yapılan bu çalışmayla bölge ve yakın çevresiyle ilgili yapılacak etnobotanik çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

Afifi-Yazar, F. U., Kasabri, V., & Abu-Dahab, R. (2011). Medicinal plants from Jordan in the treatment of cancer: traditional uses vs. in vitro and in vivo evaluations–Part 1. Planta medica, 77(11), 1203-1209.

Akaydin, G., Şimşek, I., Arituluk, Z. C., & Yeşilada, E. (2013). An ethnobotanical survey in selected towns of the Mediterranean subregion (Turkey). Turkish Journal of Biology, 37(2), 230-247.

Algier, A.A., Hanoğlu, Z., Özden, G., Kara, F. 2005. The use of complementary and alternative (non-conventional) medicine in cancer patients in Turkey. Eur J Oncol Nurs. 9: 138-46.

Al-Khalil, S. 1995. A survey of plants used in Jordanian traditional medicine. International Journal of Pharmacognosy. 33: 317-323.

Baytop, T. (1999). Therapy with medicinal plants in Turkey (past and present). Publication of the Istanbul University, 312.

Büyükgebiz, T., 2006. Sütçüler (Isparta) Yöresi'nin Odun Dişi Orman Ürünleri, Yükseklisans Tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

Cakilcioglu, U., & Turkoglu, I. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazığ-Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 132(1), 165-175.

Fakir, H ve ark. (2009). Medicinal Plant Diversity of Western Mediterrenean Region in Turkey. Journal of Applied Biological Sciences 3(2): 33-43.

Güzel, Y., Güzelşemme, M., & Miski, M. (2015). Ethnobotany of medicinal plants used in Antakya: A multicultural district in Hatay Province of Turkey. Journal of ethnopharmacology, 174, 118-152.

İlçim A. (2014). Hatay'ın Sessiz Güzelleri 900 Yabani Çiçek Hatay Bitki Envanteri. T.C. Hatay Valiliği Yayınları.

Kendir, G., Güvenç, A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi. 30/1: 49-80.

Koçyiğit, M. (2005). Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Kurt, E., Bavbek, S., Pasaoglu, G. 2004. Use of alternative medicines by allergic patients in Turkey. Allergol Immunopathol. 32: 289-94.

Ozturk, M., Altay, V., & Gonenç, T. M. (2017). Herbal from high mountains in the East Mediterranean. Drug Discovery from Herbs-Approaches and Applications",(eds. Bhojraj, S. et al.), 327-367.

Polat, R., & Satıl, F. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir–Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 139(2), 626-641.

Sarıyar, G. (2011). Bitkisel İlaçların Kullanımı, 19. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı 55-69.

Seida, AA ve ark. (2011). Bioassayguided fractionation of a hepatoprotective and antioxidant extract of pea by-product, Planta Med. 77 - PL106.

Shehab NG, ve Abu-Gharbieh E. (2012). Constituents and biological activity of the essential oil and the aqueous extract of Micromeria fruticosa (L.) Druce subsp. serpyllifolia, Pak J Pharm Sci. 25(3):687-92.

Smirin, P., ve ark. (2010). Sarcopoterium spinosum extract as an antidiabetic agent: In vitroand in vivo study, Journal of Ethnopharmacology, 129: 10-17.

Taha KF ve ark. (2011). The pericarp of Pisum sativum L.(Fabaceae) as a biologically active waste product, Planta Med. 77 - PJ22.

HATAY'DA HALK İLACI OLARAK KULLANILAN BAZI LAMIACEAE (BALLIBABAGİLLER) TÜRLERİ

LAMIACEAE SPECIES USED AS INDIGENOUS REMEDIES IN HATAY

Arş. Gör. Dr. Faruk KARAHAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hatay

ÖZET

Dünya genelinde yaklaşık 250 cins ve 7000 tür ile temsil edilen Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası ülkemizde 46 cinse ait 586 takson içermektedir. Genel olarak familyanın insanlar ve hayvanlar için oldukça önemli olan gıda maddesi, zirai, kimyasal ve tıbbi ilaçlar, boya, vernik, cila, zamk, yem, ayrıca süs bitkisi olarak kullanılan birçok türü de bulunmaktadır. Bu çalışmamızda ülkemizin Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Hatay'da doğal yayılış gösteren ve yöre halkı tarafından farklı hastalıkların tedavisinde kullanılan bazı Lamiaceae türlerinin etnobotanik özellikleri derlenmeye çalışılmıştır. Yöre halkı tarafından kullanılan bu bitkilerin kullanım amaçları, kullanılan kısımları ve kullanım şekilleri hakkında da detaylı bilgiler verilmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda çalışma alanında Lamiaceae familyasından 20 cinse ait 37 bitki türünün yöre halkı tarafından tıbbi amaçlarla yaygın şekilde kullanıldığı tespit edilmiştir. Tespit edilen bitkilerden 7'sinin endemik olduğu belirlenirken en fazla tür içeren cins *Salvia* L. (9 tür)'dır.

Anahtar Kelimeler: Lamiaceae, etnobotanik, Hatay.

1.GİRİŞ

Lamiaceae familyası dünyada yaklaşık 250 cins ve 7000 tür ile temsil edilmektedir (Kahraman ve ark. 2009). Bu familyaya mensup bitkiler başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere Avustralya, Güney Batı Asya ve Güney Amerika'da yayılış gösterir (Temel 2000). Türkiye Lamiaceae familyasının önemli gen merkezlerinden biridir. Bu familya ülkemizde 46 cinste yaklaşık 590 tür temsil edilir. İçerdiği toplam takson sayısı açısından ülkemizdeki en zengin üçüncü familya olan Lamiaceae üyelerinin Türkiye'deki endemizm oranı yaklaşık % 44,5'dir (Güner ve ark. 2012; Kahraman ve ark. 2009). Lamiaceae familyası üyelerinin çoğu zengin sekonder metabolit, uçucu ve aromatik yağ içeriklerinden dolayı tıp, eczacılık, gıda, kozmetik ve parfümeri gibi alanlarda oldukça büyük öneme sahiptir (Başer 1993; Kahraman ve ark. 2009). Diğer taraftan bu familya üyelerinin ülkemizdeki etnobotanik kullanımı da oldukça yaygındır (Baytop 1999; Tuzlacı ve Erol 1999; Yeşilada ve ark. 1999; Sezik ve ark. 2001; Başer 2008).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre günümüzde, dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 70'i hastalıklara karşı öncelikli olarak bitkilerden yararlanmaktadır. Yeryüzündeki 250.000 bitkinin % 14-28'si olan 35.000 ila 70.000 bitki türü tıbbi amaçla kullanılmaktadır (Akerele

1992; Flamini ve ark, 1999; Padulosi ve ark., 2002). Uzun yıllara dayanan zengin bir etnobotanik mirasa sahip Anadolu'da bitkisel tedaviyle ilgili birçok etnobotanik çalışma yapılmıştır (Kurt ve ark., 2004; Kendir ve Güvenc, 2010; Ozturk ve ark, 2017). Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında bulunan Hatay, konumu, iklimi ve topografik özellikleri nedeniyle birçok bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Hatay'da yaklaşık %12'si endemik olmak üzere 2000 bitki türü doğal yayılış gösterir ve bu bitkilerin yaklaşık 400-500'ü geleneksel tedavide halk tarafından kullanılır (Güner ve ark, 2000; İlçim 2014). Bu çalışma, Hatay kentinde yerel halkın tıbbi amaçlarla kullandığı en büyük familyalarından biri olan Lamiacaee familyasından bazı şifalı bitkilerin etnobotanik kullanımları hakkındaki bilgileri derlemeyi amaçlamıştır.

2.MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında bölgede daha önce yapılmış etnobotanik çalışmalardan elde edilen veriler derlenerek özel olarak metabolizma hastalıklarına karşı kullanılan bitkilerin latince ve yöresel isimleri, kullanılan kısımları, kullanım şekilleri ve kullanım amaçları ilgili literatürle desteklenerek tablo halinde verilmiştir.

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan literatür derlemesinde elde edilen verilere göre Hatay'da yayılış gösteren Lamiaceae familyasından 20 cinse ait 37 bitki türünün yöre halkı tarafından çeşitli hastalıklara karşı yaygın şekilde kullanıldığı belirlenmiştir. Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası içerdikleri zengin uçucu yağlar ve hoş kokularıyla ünlü etnobotanik açıdan değerli birçok tıbbi ve aromatik bitkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Tespit edilen bitkilerden en fazla tür içeren cins *Salvia* L. (9 tür)'dır. Ayrıca *Marrubium globosum* spp. *globosum, Phlomis linearis, Salvia pilifera, Salvia recognita, Sideritis syriaca, Stachys cretica* ssp. *mersinaea* ve *Stachys rupestris* endemik olup bölgeye has türlerdir.

Tablo1. Lamiaceae (Ballıbabgiller) familyasına ait azı tıbbi bitkiler ve etnobotanik özellikleri

No	Bilimsel ismi	Element/ Form	Yöresel ismi	Kullanılan kısmı	Kullanılışı	Kullanım amacı
1	**Calamintha grandiflora* (L.) Moench.	AS/P	Dağ nanesi	Yaprakları	Baharat, çay	Uyarıcı, ağrı kesici, antiseptik, terletici ve balgam söktürücü, merkezi sinir sistemini güçlendirici, mide ve boğaz ağrıları ve böbrek rahatsızlıkları (Alan ve ark. 2011)
2	**Calamintha nepeta* (L.) Savi ssp. *nepeta*	İT/P	Yılan otu	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Antibakteriyal ve antioksidan (Flamini ve ark; 1999).
3	**Lamium garganicum* L. ssp. *rectum*	GD/P	Ballıbaba	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Yüksek tansiyon, felç, şiddetli adet kanaması, ishal, yaralanma, kırık ve kuvvetsizlik (Yalçın ve Kaya 2006).
4	**Lavandula stoechas* L. ssp.	AK/P	Lavanta, Karabaş otu	Çiçekli dalları	Çay olarak	Sinir sistemi rahatsızlıkları, sivilce, astım, bronşit, saç

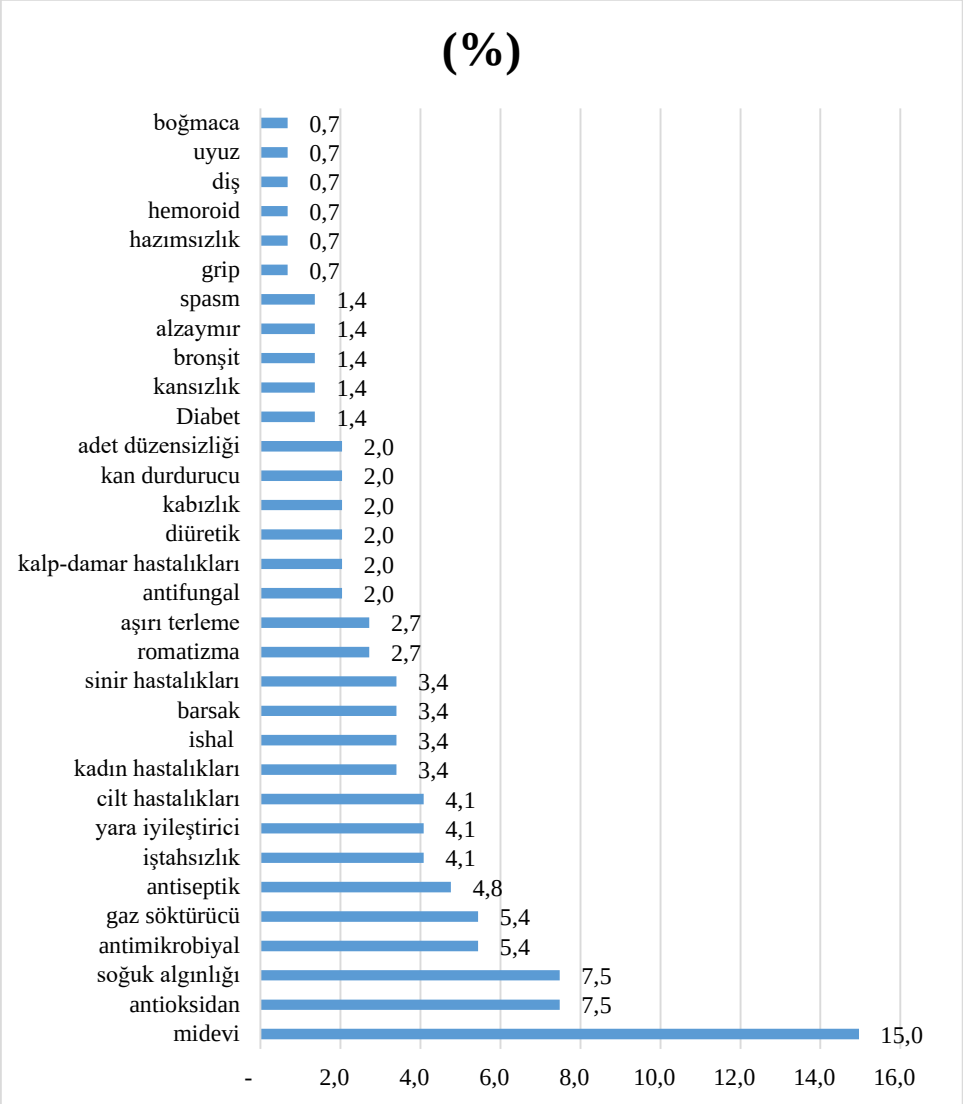
	stoechas L.					dökülmesi, kadın hastalıkları, bazı cilt hastalıkları, akciğer hastalıkları, romatizma, tenya, öksürük ve baş dönmesine karşı kullanılan ilaçların bileşiminde de yer almaktadır. Parfümeri-kozmetikte cilt temizleyici losyon ve koku verici olarak kullanılır (Baytop 1999).
5	****Marrubium globosum** Montbret et Aucherex Bentham spp. *globosum*	İT/P	Şalba otu	Toprak üstü kısımları	Yağ ve özüt olarak	Antioksidan,spasm önleyici ve ağrı kesici özelliği vardır (Sarıkürkçü ve ark. 2008; Rigano ve ark. 2009).
6	***Melissa officinalis** L. ssp. *officinalis*	DA/P	Temre Otu	Toprak üstü kısımları Yaprakları	Çay olarak	Soğuk algınlığını, kuvvetsizlik, baş ağrısı, stres kaynaklı mide ve barsak şikayetlerinde, kalp kuvvetlendirici, damar açıcı, ferahlatıcı.(Baytop, 1999; Bown, 1995).
7	***Mentha longifolia** L. Hudson	İT/P (ϕ)	Nane Yarpuz	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Spasm ve mide bulantılarına karşı kullanılır (Baytop 1999).
8	***Mentha pulegium** L.	B/P	Nane Otu	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Kuvvet verici, hazmettirici, balgam ve safra söktürücü, adet düzenleyicidir (Baytop 1999).
9	***Micromeria fruticosa** (L.) Drucessp. *Barbata* (Boiss. Et Kotschy)Davis	DA/P	Taş Nanesi	Çiçekli dalları	Çay olarak haricen	İştah açıcı, gaz söktürücü ve uyarıcı (Baytop 1999). Karın ağrısı, ishal, kalp hastalıkları, yüksek tansiyon, soğuk algınlığı ve yaraların tedavisinde (Shehab ve Abu-Gharbieh 2012).
10	***Micromeria myrtifolia** Boiss. &Hohen	DA/P	Sümbülçayı	Çiçekli dalları	Çay olarak	İştah açıcı, gaz söktürücü ve uyarıcı olarak kullanılır (Baytop 1999).
11	***Nepeta betonicifolia** C.A. Meyer.	İT/P	Kedi Nanesi	Yaprakları toprak üstü kısımları	Çay olarak haricen	Egzama ve benzeri cilt hastalıklarına, mide hastalıkları, soğuk algınlıklarında, ayrıca diüretik, bakteriostatik, dezenfektan (Topçu ve ark. 1996).
12	***Nepeta nuda** L. ssp. *albiflora* (BOISS.) GAMS	B/P	Pisik Otu	Yaprakları toprak üstü kısımları	Çay olarak	Astım, ağrı kesici, diüretik, antiseptik, ateş düşürücü, antioksidan (Tepe ve ark. 2007).
13	***Ocimum basilicum** L.	B/A	Reyhan, Fesleğen	Çiçekleri tohumları yaprakları	Çay olarak	Yatıştırıcı, midevi, diüretik ve gaz söktürücü (Baytop 1999).
14	***Origanum syriacum** L. var. *bevanii* (Holmes)	DA/P	At Kekiği	Yaprakları Çiçekleri	Çay olarak	Antioksidan, terletici, diüetik, gaz söktürücü, midevi, salgı arttırıcı, adet söktürücü, sinirsel baş ağrısı (Koçyiğit 2005).
15	****Phlomis linearis** Boiss. & Bal.	İT/P	Ballıbaba	Yaprak ve çiçekler	Çay olarak	Uyarıcı, gaz söktürücü, iştah açıcı ve mide ağrılarını kesici (Baytop 1999).
16	***Phlomis pungens** Willd var. *pungens*	DA/P	Şablak	Çiçekli dalları	Çay olarak	Antimikrobiyal ve antifungal (Yıldırım ve ark. 2012).
17	***Phlomis viscosa** Poiret	DA/P	Yapışkan Çalba	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Uyarıcı, gaz söktürücü, iştah açıcı ve mide ağrılarını kesici (Baytop 1999).
18	***Rosmarinus officinalis** L.	AK/P	Biberiye	Yaprakları	Çay olarak Haricen	Soğuk algınlığı, kansızlık, romatizma, migren, astım, bronşit, grip, karaciğer ve kanser hastalıkları, sindirim sistemi rahatsızlıkları, hazımsızlık, mide ülseri ve gastrit; haricen, yaralarda antiseptik (Al-Sereitia ve ark 1999).
19	***Salvia aramiensis** Rech. Fil	DA/P	Ballık otu	Çiçekli dalları yaprakları	Çay olarak	Antimikrobiyal, antioksidan, sancı kesici, antiseptik ve kanamalarda damar büzücü (Tepe ve ark. 2005).
20	***Salvia multicaulis** Vahl.	İT/P	Dağ Reyhanı	Çiçekli dallar, yapraklar ve kökler	Baharat, Tek veya Bal ve sirke ile karıştırılarak çay şeklinde tüketilir	Boğazdaki iltihaplanmalar, yorgunluk, ruhi depresyonlar, şiddetli soğuk algınlıkları ve bazı kadın hastalıklarına, ishal kesici ve iştah arttırıcı, midevi, terlemeyi azaltıcı ve yatıştırıcı

						(Baytop 1999), alzaymıra bağlı unutkanlıklar (Orhan ve ark. 2013).
21	**Salvia palestina* Bentham	İT/P	İğneli Adaçayı	Çiçekli dalları yaprakları	Çay olarak	Tümör hücrelerinin büyümesini engellediği tespit edilmiştir (Jaizzo ve ark. 2007). Yapraklarındaki cirsimarit kuvvetli antimikrobiyaldir (Miski ve ark. 1983).
22	***Salvia pilifera* Montbret&Aucherex Bentham	İT/P	Mor Adaçayı	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Alzaymır (Alzheimer) ve sinir tahribatı (Orhan ve ark. 2012) antibakteriyel ve antioksidan etkili (Kelen ve Tepe 2008).
23	***Salvia recognita* Fisch. & Mey.	İT/P	Yaygın Adaçayı	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Antimikrobiyal, antifungal (Tabanca ve ark. 2006), antioksidan (Janicsak 2010), soğuk algınlığı, midevi şikâyetlerde, gaz problemlerinde, ter sökücü ve terlemeyi azaltıcı (İlçim, 2014).
24	**Salvia sclarea* L.	AS/B,P	Misk adaçayı	Çiçekli dallar ve yapraklar	Tek veya Baharat, Bal ve sirke ile karıştırılarak çay şeklinde tüketilir	Şiddetli soğuk algınlıkları, boğazdaki iltihaplanmalar, yorgunluk, depresyon, ve bazı kadın hastalıklarına, ishal kesici ve iştah arttırıcı, midevi, kabız, terlemeyi azaltıcı ve yatıştırıcı olarak (Baytop 1999).
25	**Salvia tomentosa* Miller. (A)	AK/P	Tüylü adaçayı	Toprak üstü kısımları	Baharat ve çay	Antimikrobiyal, antioksidan olarak, ağrı kesici, antiseptik ve kanamalarda damar büzücü (Tepe ve ark. 2005).
26	**Salvia verticillata* L. ssp. *amasiaca* (FREYN ET BORNM.) BORNM.	İT/P	Dadırak, Karabaş	Toprak üstü kısımları	Baharat ve çay olarak ayrıca suda kaynatılarak	Antimikrobiyal ve antioksidan olarak, Mide ağrısı, soğuk algınlığı (Koyuncu ve ark., 2010), ağrı kesici, antiseptik ve kanamalarda damar büzücü (Dogan and Tuzlaci, 2015), yara iyileştirici (Keskin, 2011)
27	**Salvia virgata* Jacq.	İT/P	Kokur, İbikli adaçayı	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Antioksidan (Koşar ve ark. 2008), ishal kesici ve iştah arttırıcı. midevi, kabız, hemoroid, soğuk algınlığı, terlemeyi azaltıcı ve yatıştırıcı (Baytop 1999; Koyuncu ve ark., 2010).
28	**Sature jathymbra* L.	AK/P	Taşkıran	Toprak üstü kısımları	Çay olarak ve yağ olarak	Antioksidan ve antimikrobiyal (Giweli ve ark. 2012). Antitümör, analjezik, spazm çözücü, antiinflamatuar, mide-barsak rahatsızlıklarında (Baser 2008).
29	**Sideritis perfoliata* L.	DA/P	Dağ Çayı	Çiçekli dalları	Çay olarak	İştahsızlık, midevi ve soğuk algınlıklarında (Baytop 1999).
30	***Sideritis syriaca* L.	DA/P	Yayla Adaçayı	Çiçekli dalları	Çay olarak	Soğuk algınlığı ve gastrik ülser (Baytop 1982).
31	** *Stachys cretica* L. ssp. *mersinaea*	DA/P	Deli Adaçayı Ballıbaba	Çiçekli dalları yaprakları	Çay olarak	Antimikrobiyal ve antifungal (Şerbetçi ve ark. 2010). Kabız giderici ve kuvvet verici; yüksek tansiyon ve felç (Yalçın ve Kaya 2006).
32	***Stachys rupestris* Montbret et Aucherex Bentham	DA/P	Kestere	Çiçekli dalları yaprakları	Çay olarak	İştahsızlık ve mide rahatsızlıklarında (Baytop 1999).
33	**Teucrium chamaedrys*L.	AS/P	Kısamahmut	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	İştah açıcı, mide ağrılarını giderici, uyarıcı ve kuvvet verici etkilere sahiptir (Baytop 1999).
34	**Teucrium polium*L.	İT/P	Peryavşan Mayasıl otu	Çiçekli dalları	Çay olarak	Bitki ağrı kesici, mide ağrısı, şeker hastalığı ve romatizma, barsak iltihabı ve tembelliğinde (Baytop 1999).
35	**Thymbra spicata* L. var. *spicata*	DA/P	Zahter	Çiçekli dal ve yaprakları	Çay olarak	Kan dolaşımını düzenleyici, rahatlatıcı;ayrıca, kansızlık, boğmaca, kellik, diş ve mide ağrılarında, uyuz nefes kokması, lumbago, barsak parazitlerinin ve gazlarının giderilmesinde,

						romatizma ile bazı kadın hastalıklarında (Baytop 1999).
36	*****Thymus eigii* (M.H. Zohary& P.H. Davis) Jalas	DA/P (ϕ)	Kekik	Toprak üstü kısımları	Çay olarak	Safra arttırıcı, yatıştırıcı, midevi, antiseptik, kurt düşürücü, kan dolaşımını uyarıcı etkilere sahiptir (Baytop 1999).
37	*****Ziziphora capitata* L.	İT/A	Dağ Reyhanı	Toprak üstü kısımları	Çay olarak, haricen	Karın ağrılarına, mideyi rahatlatıcı, haricen ise yaralara karşı (Baytop 1999).

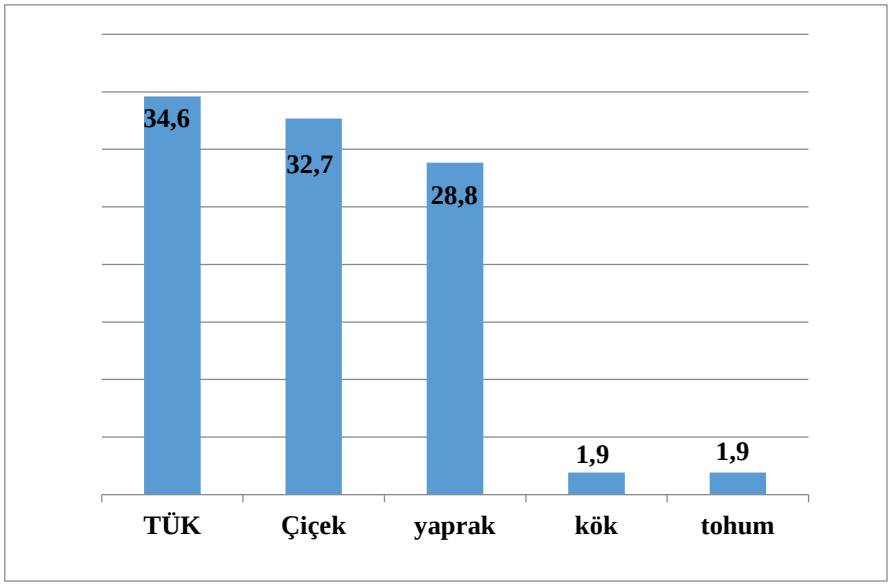
Not:A:Avrupa; AK:Akdeniz; AS: Avrupa-Sibirya; DA: Doğu Akdeniz; İT:İran-Turan;*Yaygın; **Endemik; ϕ: Kültür Formu;A:Tek Yıllık; B: İki Yıllık; P: Çok Yıllık

Kullanım amaçlarına göre değerlendirildiğinde tespit edilen Ballıbabagiller familyasına ait bitkilerin Hatay halk tıbbında en fazla midevi şikayetlere karşı (% 15) kullanıldığı görülmektedir (Şekil 1).



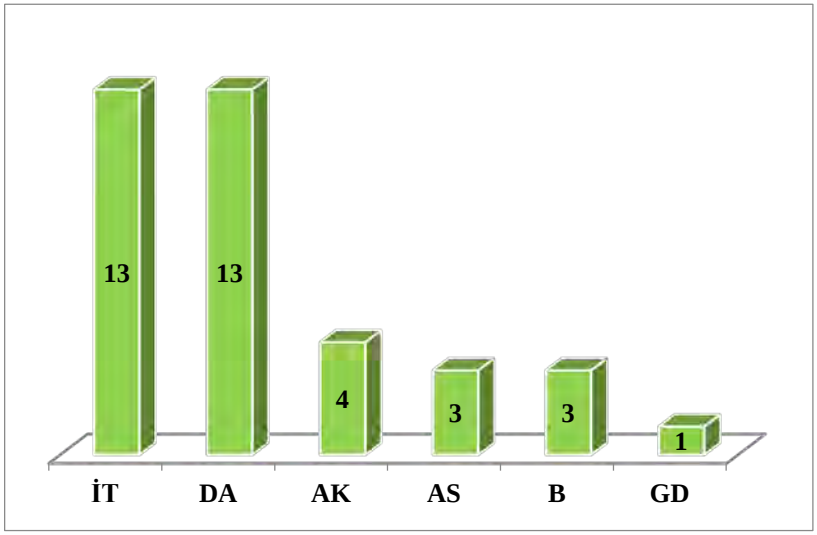
Şekil 1. Tespit edilen tıbbi bitkilerin kullanım amaçları (%).

Kullanılan kısımlarına göre değerlendirildiğinde bitkilerin en çok yaprakları (% 30.2), toprak üstü kısımları (% 34.6), çiçekleri (%32.7) ve, yaprakları (%28.8) kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Tespit edilen tıbbi aromatik bitkilerin kullanılan kısımları (%)

Kullanım şekillerine göre değerlendirildiğinde ise bitkilerin genellikle çay olarak tüketildiği görülmektedir. Tespit edilen bitkiler orjinleri bakımından değerlendirildiğinde 13'er bitki türü İran-Turan ve Doğu Akdeniz, 4 bitki Akdeniz, 3 bitki türü Avrupa-Sibirya, 1 bitki ise geniş dağılışlı olarak belirlenirken 3 bitkinin fitocoğrafik orjini bilinmemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Tespit edilen bitkilerin fitocoğrafik orijinleri

Yaşam süreleri bakımından 35 bitki çok yıllık, 2 bitki ise tek yıllık olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere sadece Ballıbabagiller familyasına ait 37 bitki birçok farklı yöre halkı tarafından birçok hastalığa karşı kullanılmaktadır. Şüphesiz bu kullanımların dışında yöre halkı birçok bitkiden farklı amaçlar için yararlanmaktadır. Hatay Bölgesi'nin birçok farklı

kültür ve inanca sahip insanın bir arada yaşadığı kozmopolit bir coğrafya olması zengin bir etnobotanik mirasa sahip olmasını sağlamıştır. Yapılan bu çalışmanın bölge ve yakın çevresiyle ilgili yapılacak etnobotanik çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

Akerele O (1992) Importance of medicinal plants: WHO's programme. In: Natural Resources and Human Health: plants of medicinal and nutritional value. Elsevier, Amserdam, Netherlands, 63-77.

Alan, S., Kürkçüoğlu, M., & Başer, K. H. C. (2011). Composition of the essential oil of *Calamintha grandiflora* (L.) Moench. Turk J. Pharm. Sci, 8(2), 127-132.

Başer K.H.C. (2008). Biological and Phamacological Activities of Carvacrol and Carvacrol Bearing Essantial Oils, Current Farmaceutical Design, Vol: 14, No: 29, 3106-3120.

Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün, 2. Baskı, Nobel Tıp Kitapevi, 455.

Flamini, G., Cioni, P. L., Puleio, R., Morelli, I., & Panizzi, L. (1999). Antimicrobial activity of the essential oil of *Calamintha nepeta* and its constituent pulegone against bacteria and fungi. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 13(4), 349-351.

Başer, K.H.C. (1993). Essential Oils of Anatolian Labiateae: A Profile. Acta Horticulturae, 333: 217-237.

Baser, KH (2008). Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. Curr Pharm Des. 14(29):3106-19.

Bown, D. Encyclopaedia of Herbs and Their Uses; Dorling Kindersley: London, UK, 1995. Google Scholar.

Baytop, T. (1999). Therapy with medicinal plants in Turkey (past and present). Publication of the Istanbul University, 312.

Doğan, A., Tuzlacı, E., & Tuzlacı, E. (2015). Wild edible plants of pertek (Tunceli-Turkey). Marmara Pharmaceutical Journal, 19(2): 126-135.

Farnsworth NR, Soejarto DD (1991) Global importance of medicinal plants. In: Conservation of Medicinal Plants. Cambridge University Press, UK 25-52.

Giweli, A ve ark. (2012). Antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *Satureja thymbra* growing wild in Libya. Molecules, 17(5):4836-50.

Güner, A., et al.. (Eds.), 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands vol.11. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi. İstanbul, Turkey: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları..

İlçim A. (2014). Hatay'ın Sessiz Güzelleri 900 Yabani Çiçek Hatay Bitki Envanteri. T.C. Hatay Valiliği Yayınları.

Janicsák, G., Zupkó, I., Máthé, I., & Hohmann, J. (2010). Comparative study of the antioxidant activities of eleven *Salvia* species. Natural product communications, 5(2), 227-230.

Kahraman, A., Celep, F. and Doğan, M., (2009). Morphology, Anatomy and Palynology of Salvia indica L. (Labiatae), World Applied Sciences Journal 6 (2): 289-296

Kelen, M., Tepe, B. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora, Bioresource Technology 99, 4096–4104.

Kendir, G., Güvenç, A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 30/1: 49-80.

Keskin L. (2011). Etnobotanical features of plants in Kadınhanı (Konya) and environments. M.Sc. Selçuk University, Institute of Natural Sciences, Konya

Koşar, M ve ark. (2008). In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia virgata* Jacq. from Turkey. J Agric Food Chem. 56(7):2369-74.

Koyuncu, O., Yaylaci, O., Öztürk, D., Potoglu Erkara, I., Savaroglu, F., Akcoskun, O., & Ardic, M. (2010). Risk categories and ethnobotanical features of the Lamiaceae taxa growing naturally in Osmaneli (Bilecik/Turkey) and environs. Biological Diversity and Conservation, 3(3), 31-45.

Kurt, E., . et al., (2004). Use of alternative medicines by allergic patients in Turkey. Allergol Immunopathol. 32:289-94.

Miski, M., Ulubelen, A., Johansson, C., & Mabry, T. J. (1983). Antibacterial activity studies of flavonoids from *Salvia palaestina*. Journal of Natural Products, 46(6), 874-875.

Orhan, İ.E., ve ark. (2012). Profiling of in vitro neurobiological effects and phenolic acids of selected endemic Salvia species, Food Chemistry 132, 1360–1367

Orhan, İ.E ve ark. (2013). Assessment of anticholinesterase and antioxidant properties of selected sage (*Salvia*) species with their total phenol and flavonoid contents, Industrial Crops and Products 41: 21–30.

Ozturk, M., Altay, V., & Gonenç, T. M. (2017). Herbal from high mountains in the East Mediterranean. Drug Discovery from Herbs-Approaches and Applications",(eds. Bhojraj, S. et al.), 327-367.

Padulosi S, . et al., (2002) Challenges and opportunities in enhancing the conservation and use of medicinal and aromatic plants. J Herbs Spices Med Plants 9: 243-267.

Rigano, D., Aviello, G., Bruno, M., Formisano, C., Rosselli, S., Capasso, R., Borrelli, F. (2009). Antispasmodic effects and structure− activity relationships of labdane diterpenoids from *Marrubium globosum* ssp. *libanoticum*. Journal of natural products, 72(8), 1477-1481.

Sarikurkcu, C., Tepe, B., Daferera, D., Polissiou, M., & Harmandar, M. (2008). Studies on the antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Marrubium globosum* subsp. *globosum* (lamiaceae) by three different chemical assays. Bioresource Technology, 99(10), 4239-4246.

Sezik, E., Yeşilada, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y. and Tanaka, T., (2001). Traditional Medicine In Turkey X. Folk Medicine In Central Anatolia, Journal of Ethnopharmacology, 75, 95–115

Şerbetçi, T ve ark. (2010). Essential oil composition, antimicrobial and cytotoxic activities of two endemic *Stachys cretica* (Lamiaceae) from Turkey. Nat Prod Commun. Sep;5(9):1369-74.

Shehab NG, ve Abu-Gharbieh E. (2012). Constituents and biological activity of the essential oil and the aqueous extract of *Micromeria fruticosa* (L.) Druce subsp. *serpyllifolia*, Pak J Pharm Sci. 25(3):687-92.

Tabanca, N., ve ark. (2006). Chemical composition and antifungal activity of *Salvia macrochlamys* and *Salvia recognita* essential oils, J Agric Food Chem. 6;54(18):6593-7.

Temel, M., (2000). Batı Anadolu Bölgesinde Yayılış Gösteren Origanum L. Türleri Üzerinde Biyosistematik Çalışmalar, ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 219 sayfa.

Tepe, B., Daferera, D., Sokmen, A., Sokmen, M., & Polissiou, M. (2005). Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). Food chemistry, 90(3), 333-340

Tepe, B., Daferera, D., Tepe, A. S., Polissiou, M., & Sokmen, A. (2007). Antioxidant activity of the essential oil and various extracts of *Nepeta flavida* Hub.-Mor. from Turkey. Food chemistry, 103(4), 1358-1364. Topçu, G ve ark. (1996). *Nepeta caesarea* Boiss. Bitkisinin Terpenik ve Fenololik Bileşikleri, XI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Ankara.

Tuzlacı, E. and Erol, M.K., (1999). Turkish Folk Medicinal Plants. Part II: Eğirdir, (Isparta), Fitoterapia, 70, 593-610.

Yalçın, F.N., Kaya, D. (2006). Ethnobotany, Pharmacology and Phytochemistry of the Genus *Lamium* (Lamiaceae), FABAD J. Pharm. Sci., 31: 43-52.

Yeşilada, E., Sezik, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., Tanaka, T., (1999). Traditional Medicine In Turkey IX: Folk Medicine In North-West Anatolia, Journal of Ethnopharmacology, 64, 1195–210.

GELENEKSEL TEDAVİDE CİLT HASTALIKLARINA KARŞI KULLANILAN BAZI TIBBİ BİTKİLER

THE SOME MEDICINAL PLANTS USED FOR DERMATOLOGICAL DISEASES IN TRADITIONAL MEDICINE

Arş. Gör. Dr. Faruk KARAHAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hatay

ÖZET

Bu çalışma, Hatay Bölgesi'nde yaşayan yöre halkı tarafından geleneksel tedavide dermatolojik rahatsızlıklara karşı kullanılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Çalışma sonucuna göre 34 familyaya ait toplam 61 bitki taksonu belirlenmiştir. Bu bitkilerin latince ve yöresel isimleri, kullanılan kısımları ve kullanım amaçları değerlendirilmiştir. Kullanım amacı ve şekli bakımından bitkilerin en çok yara iyileştirici (% 38.37) ve egzama (mayasıl) (% 12.79) tedavisinde genellikle haricen kullanıldığı belirlenmiştir. Bu çalışmayla birçok farklı kültürün bir arada yaşadığı ve zengin bir etnobotanik mirasa sahip olan Hatay ve çevresinde gerçekleştirilecek etnobotanik çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Etnobotanik, dermatoloji, halk tıbbı.

1.GİRİŞ

İlkçağlardan günümüze kadar insanlar bitkileri çok farklı amaçlar için (gıda, yem, yakacak, katran, zamk, narkotik, süs, boya, el sanatları, erozyon önleyici, parfüm ve kozmetikte kullanılanlar; tanen ve boya maddeleri; lif, elyaf ve iplik üretilen bitkiler; hayvan yemi ve alet yapımı vb.) kullanmış olsalar da en çok hastalıkların tedavisinde yararlanmışlardır. Halk ilaçlarıyla tedavi, geçmişte olduğu gibi günümüzde de geçerliliğini sürdürmekte ve dünya üzerinde özellikle modern sağlık hizmetlerinin yeterli olmadığı alanlarda, halk sağlığı açısından önem taşımaktadır. Ülkemizde de sıklığı bilinmemekle birlikte, çok sayıda hastanın tıbbi tedavilerin yanı sıra bitkisel tedavilere de başvurduğu yönünde kayıtlar mevcuttur (Kurt ve ark., 2004; Algier ve ark., 2005; Kendir ve Güvenç, 2010).

Bu çalışmanın kapsamında çok zengin bir kültürel çeşitliliğe sahip Hatay Bölgesi'nde yöre halkının özellikle dermatolojik rahatsızlıklara karşı yararlandığı tıbbi ve aromatik bitkiler belirlenmiştir.

2.MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında bölgede daha önce yapılmış etnobotanik çalışmalardan elde edilen veriler derlenerek özel olarak cilt hastalıklarına karşı kullanılan bitkilerin latince ve yöresel

isimleri, kullanılan kısımları, kullanım şekilleri ve kullanım amaçları ilgili literatürle desteklenerek tablo halinde verilmiştir.

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan literatür derlemesinde elde edilen verilere göre Hatay'da yayılış gösteren ve yöre halkı tarafından çeşitli cilt hastalıklarına karşı kullanılan 34 familyaya ait toplam 61 bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen bitkilerden *Centaurea antiochia* Boiss. var. *antiochia*, *C. arifolia* Boiss., *C. ptosimopappa* Hayek ve *Alcea apterocarpa* (Fenzl) Boiss. taksonları endemik olup bölgeye has türlerdir.

Tablo1. Dermatolojik rahatsızlıklarda kullanılan tıbbi ve aromatik bazı bitkiler

No	Bilimsel ismi	Element/ Form	Yöresel ismi	Kullanılan kısmı	Kullanılışı	Kullanım amacı
	AMARYLLIDACEAE					
1	**Narcissus tazetta* L. ssp. *tazetta*	B/P	Nergis	Çiçekleri Toprak üstü kısımlar	Haricen	Cilt kuruluğu ve selülit (Baytop 1999).
	APOCYNACEAE					
2	**Nerium oleander* L.	AK/P	Zakkum	Çiçekleri	Deri üzerine haricen	Çiçekleri kaynatılarak hazırlanan sıvı haricen egzama tedavisinde kullanılır (Baytop 1999).
	ASTERACEA					
3	**Achillea millefolium* L.	AS/P	Civan Perçemi	Çiçekli dalları	Haricen	Bitki yara iyi edici etkiye sahiptir (Baytop 1999).
4	**Bellis perennis* L.	AS/P	Yoğurt Otu	Toprak üstü kısımları	Haricen	Bitki morluklar ve yaraların tedavisinde kullanılır (Karakaş ve ark 2012).
5	***Centaurea antiochia* Boiss. var. *antiochia*.	AK/P	Antakya peygamber çiçeği	Toprak üstü kısımları	Haricen	Haricen saç kepeklenmesine karşı kullanılır (Baytop 1999).
6	***Centaurea arifolia* Boiss.	İT/P	Eşek dikeni	Toprak üstü kısımları	Haricen	Haricen saç kepeklenmesine karşı kullanılır (Baytop 1999).
7	***Centaurea ptosimopappa* Hayek	AK/P	Sarıbaş	Toprak üstü kısımları	Haricen	Saç kepeklenmesine karşı kullanılır (Baytop 1999).
8	**Chondrilla juncea* L. var. *juncea*	B/B,P	Sakız otu	Kökleri	Sakız olarak haricen kullanılır	Köklerinden elde edilen sakız haricen yara iyi edici olarak kullanılır (Baytop 1999).
9	**Cichorium intybus* L	B/P	Hindiba	Çiçekleri Yaprakları Kökleri Toprak üstü kısımları	Dekoksiyon İnfusion Haricen	Egzama (Polat ve Satıl 2012)
10	**Crupina crupinastrum* (Moris) Vis.	AK/A	Gelindöndüren	Toprak üstü kısımları	Dekoksiyon haricen	İltihap kurutucu, yara iyileştirici, mantarlara karşı kullanılır (Benítez ve ark., 2010; Bahraminejad ve ark. 2011).
	BORAGINACEAE					
11	**Echium italicum* L.	AK/B	Sığırdili	Çeşitli kısımları yaprakları	Dövülerek lapa yapılır haricen	Apse ve yaralara karşı kullanılmaktadır (Yeşilada ve ark., 1995; Baytop 1999).
12	**Echium plantagineum* L.	AK/B,P	Kesik Otu	Kökleri	Haricen	Kök kabuklarından hazırlanan merhem haricen yaraları iyileştirmede kullanılır (Gürdal ve Kültür 2013).
	BRASSICACEAE					
13	**Arabis caucasica* WİLLD.	DA/P	Kaya Teresi	Yaprakları	Haricen	Yaprakları egzamaya karşı kullanılır (Baytop 1999).
	CAMPANULACEAE					

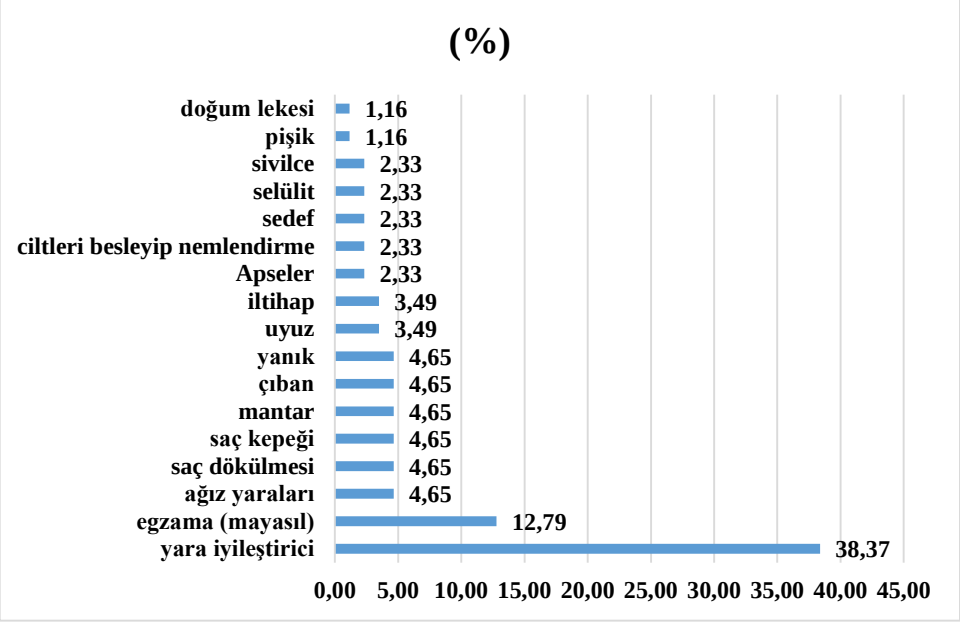
14	**Campanula peregrina* L.	AK/B	Çan çiçeği	Yaprakları	Haricen	Yaralara karşı kullanılır (Baytop 1999).
15	**Campanula rapunculus* L. var. *rapunculus* L.	B/B	Çıngırak Otu	Yaprakları	Haricen	Yaralara karşı kullanılır (Baytop 1999).
16	**Legousia speculum-veneris* (L.) CHAIX	AK/A	Kadın Aynası	Yaprakları	Haricen	Yaralara karşı kullanılır (Baytop 1999).
17	**Michauxia campanuloides* L'Hér. ex Ait	DA/B	Gercimek	Toprak üstü kısımları	Haricen	Toprak üstü özütü yaralara ve cilt mantarına karşı kullanılır (Hürkul ve Güvenç 2011).
	CARYOPHYLLACEAE					
18	**Silene chlorifolia* Sm.	İT/P	Puşkullu	Yaprakları	Haricen	Yaralara karşı kullanılır (Altundağ ve Öztürk 2011).
19	**Silene compacta* Fischer	B/B,P	Horoz İbiği	Toprak üstü kısımları	Haricen	Egzamaya karşı kullanılır (Baytop 1999).
20	**Silene aegyptiaca* (L.) L. fil. ssp. *aegyptiaca*	B/A	Yapışkan Otu	Yaprakları	Haricen	Bitkinin yaprakları yaralara ve egzamalara karşı kullanılır (Altundağ ve Öztürk 2011).
	CRASSULACEAE					
21	**Umbilicus erectus* DC.	İT/P	Çanakçatlatan	Toprak üstü kısımları	Haricen	Çıbanlarda yara iyi edici olarak kullanılır (Baytop 1999).
	CUPRESSACEAE					
22	**Juniperus oxycedrus* L. ssp. *oxycedrus*	DA/P	Katran Ardıcı	Toprak üstü kısımları	Haricen	Bitkinin yakılmasıyla elde edilen katran insan ve hayvanlarda uyuz gibi bazı deri hastalıklarına karşı kullanılır (Baytop 1999).
	DIPSACACEAE					
23	**Scabiosa columbaria* L. *ssp*. columbaria	B/P	Uyuz Otu	Toprak üstü kısımları	Haricen	Uyuz ve yaralara karşı kullanılır (Baytop 1999).
	ELAEAGNACEAE					
24	**Elaeagnus angustifolia L.*	İT/P	Kuş iğdesi	Meyveleri Yaprakları	Haricen	Yaralara karşı kullanılır (Mehrabani Natanzi 2012).
	EQUISETACEAE					
25	**Equisetum arvense* L.	B/P	Kırkkilit Otu	Toprak üstü kısımları	İnfusyon haricen	Yaralara karşı kullanılır (Baytop 1999).
	EUPHORBIACEAE					
26	**Ricinus communis* L.	B/P	Hinttaş Hintyağı bitkisi	Tohum yağı	Haricen	Saç dökülmesi, deri hastalıkları, yanma, yara, cilt kabarmalarına karşı kullanılmaktadır (Luseba ve ark. 2007; Mansoor ve ark. 2013)
	FABACEAE					
27	**Calicotome villosa* (Pioret) Link.	AK/P	Keçiboğan	Toprak üstü kısımları	Haricen	Deride meydana gelen apselere ve mayasıla karşı kullanılır (Pistelli ve ark. 2003).
28	**Glycyrrhiza glabra* L.	B/P	Meyan Kökü	Kökleri	Şerbet, Meyan Balı	Ağız enfeksiyonları (Abouri ve ark., 2012).
29	**Ononis spinosa* L.	B/P	Kayışkıran	Kökleri	Haricen	Haricen egzama gibi deri hastalıklarında kullanılır (Baytop 1999).
30	**Vicia cracca* L.subsp. stenophylla	AS/P	Dağ yoncası	Toprak üstü kısımları	Özütü haricen kullanılır	Yanık tedavisinde kullanılır (Benitez ve ark. 2010).
	HYPERICACEAE					
31	**Hypericum thymifolium* Banks et Sol.	DA/P	Sarı Kantaron	Toprak üstü kısımları	Haricen	Yaralarda antiseptiktir (Baytop 1999).
	JUGLANDACEAE					
32	**Junglans regia L.*	İT/P	Ceviz	Yaprak ve meyveleri	Yağı haricen kullanılır	Deri hastalıklarında antiseptik, cildi nemlendirir, kuru ciltleri ve saçları yumuşatır (Baytop 1999).
	LAMIACEAE					
33	**Lamium garganicum* L. ssp. *rectum*	GD/P	Ballıbaba	Toprak üstü kısımları	Haricen	Cilt yaralarına karşı kullanılır (Yalçın ve Kaya 2006).
34	**Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* L.	AK/P	Lavanta, Karabaş otu	Çiçekli dalları	Haricen	Sivilce, saç dökülmesi, bazı cilt hastalıkları, parfümeri ve kozmetikte cilt temizleyici losyon (Baytop 1999).
35	**Micromeria fruticosa* (L.) Druce ssp. *barbata* (Boiss. Et Kotschy) Davis	DA/P	Taş Nanesi	Çiçekli dalları	Haricen	Yaraların tedavisinde kullanılır (Shehab ve Abu-Gharbieh 2012).

36	**Nepeta betonicifolia* C.A. Meyer.	İT/P	Kedi Nanesi	Yaprakları toprak üstü kısımları	Haricen	Egzama gibi cilt hastalıklarına (Topçu ve ark. 1996).
37	**Rosmarinus officinalis* L.	AK/P	Biberiye	Yaprakları	Haricen	Yaralarda antiseptik olarak kullanılır (Al-Sereitia ve ark 1999).
38	**Salvia verticillata* L. ssp. *amasiaca* (Freyn Et Bornm.) Bornm.	İT/P	Dadırak, Karabaş	Toprak üstü kısımları	Haricen	Yara iyileştirici (Keskin, 2011)
39	**Ziziphora capitata* L.	İT/A	Dağ Reyhanı	Toprak üstü kısımları	Haricen	Haricen yara tedavisinde kullanılır (Baytop 1999).
	LAURACEAE					
40	**Laurus nobilis* L.	AK/P (ϕ)	Defne	Yaprakları Meyveleri Tohumları	Dekoksiyon İnfusyon maserasyon Sabun şeklinde	Deri hastalıkları, yanıklar, uyuz, antiseptik, saç dökülmesi, kepek (Baytop 1999; Öztürk ve ark., 2017).
	LILIACEAE					
41	**Allium scorodoprasum* L. ssp. *rotundum* (L.) Stearn	AS/P	Taş Sarımsağı	Yaprakları	Haricen	Haricen çıbanlara karşı (Neccini ve ark. 2011).
	SMILACACEAE					
42	** Smilax excelsa* L	AK/P	Sıraca	Kökleri	Haricen	Sedef hastalığı ve egzamaya karşı kullanılır (Baytop 1999)
	LYTHRACEAE					
43	**Lythrum junceum* BANKS & SOL.	AK/P	Aklar Otu	Yaprakları	Haricen	Egzamaya karşı kullanılır (Baytop 1999).
	MALVACEAE					
44	***Alcea apterocarpa* (Fenzl) Boiss.	İT/P	Gülfatma	Toprak üstü kısımları Kökleri	Haricen	Yara, iltihap ve cilt hastalıkları (Altundağ ve Öztürk, 2011)
45	**Malva sylvestris* L.	B/P	Ebegömeci	Yaprakları	Haricen	Taze yapraklarından elde edilen lapa cilt üzerindeki çıban ve yaraların ağrılarını dindirmek için tülbent arasında deri üzerine konur (Bağcı ve ark., 2006).
	MYRTACEAE					
46	**Eucalyptus camaldulensis Dehnh.*	İT/P	Sulfata	Toprak üstü kısımları	Yağı haricen kullanılır	Cilt mantarına karşı antifungal etkilidir (Siramon ve ark. 2013).
47	**Myrtus communis* L. ssp. *communis* L.	B/P	Mersin Reyhan Murt	Yaprak	Yaprakları kavrulup toz haline haricen uygulanır	Haricen yara tedavisinde antiseptik olarak kullanılır. (Baytop 1999).
48	**Syzygium aromaticum* L. Merrill & Perry	B/P (ϕ)	Karanfil Narlik	Tomurcukları kurutularak veya yağı çıkarılarak	Gargara veya çay olarak	Ağız yaraları (Baytop 1999).
	OROBANCHACEAE					
49	**Bellardia trixago* (L.) All.	AK/A	Sıraca otu	Toprak üstü kısımları	Haricen	Cilt mantarına karşı antifungal etkilidir (Formisano ve ark. 2008).
	OXALIDACEAE					
50	**Oxalis corniculata* L.	İT/A	Ekşi yonca	Toprak üstü kısımları	Çay olarak veya haricen	Deri iltihaplanmalarında, ağız yaralarının iyileşmesinde katkısı vardır (Baytop 1999).
	PAPAVERACEAE					
51	**Papaver somniferum* L.	İT/A	Haşhaş	Tohumları	Yağı haricen kullanılır	Saç ve cilt rahatsızlıklarında etkilidir (Baytop, 1999)
	PRIMULACEAE					
52	**Primula vulgaris* Huds. ssp. *vulgaris*	AS/P	Çuha Çiçeği	Kökleri	Öğütülerek şurup şeklinde haricen	Ezilmiş rizomlar cilt iltihaplanmalarına karşı kullanılır (Chiej, 1988).
	PUNICAEAE					
53	**Punica granatum* L.	B/P (ϕ)	Nar	Çiçekleri	Çay olarak haricen	Ağız yaraları, sedef, egzama gibi cilt hastalıkları (Sezik ve ark., 2001; İlçim, 2014; Güzel ve ark., 2015).
	RHAMNACEAE					
54	**Paliurus spina-christi* Miller	B/P	Kara Çalı	Taze yaprakları	Haricen	Siğil ve çıbanların tedavisinde (Sezik ve ark 1992).
	ROSACEAE					

55	**Prunus armeniaca L.*	AK/P (ϕ)	Kayısı	Tohum yağı	Haricen	İltihaplı deri enfeksiyonları cilt koruyucu (Baytop, 1999)
56	**Rosa* x *damascena* Mill.	İT/P (ϕ)	Nisan gülü	Çiçekleri	Gül suyu ve gül yağı olarak haricen	Akne, cilt hastalıkları, pişik, yanıklar, doğum lekesi, (González-Tejero ve ark., 2008; Güzel ve ark., 2015).
57	**Rubus sanctus* Schreber	İT/P	Böğürtlen	Kökleri	Haricen	Yara iyileşmesinde kullanılır (Al-Khalil 1995).
	SOLANACEAE					
58	**Solanum nigrum* L.	İT/A	İt üzümü	Toprak üstü kısımları	Haricen	Yara iyileştirici özelliği vardır (Baytop 1999).
	STYRACACEAE					
59	**Styrax officinalis* L.	İT/P	Tespih Ağacı	Toprak üstü kısımları çiçekleri Reçinesi Yaprakları tohumları	Haricen	Antiseptik, deri döküntüleri, yaralar (Proestos ve ark. 2006; Bayram ve ark., 2010; Altay ve Karahan, 2012; Akaydın ve ark., 2013)
	THYMELAEACEAE					
60	**Daphne sericea* Vahl.	AK/P	Develik otu	Toprak üstü kısımları	Haricen	Deri hastalıklarında kullanılır (Tosun 2006).
	URTICACEAE					
61	**Urtica dioica* L.	AS/P	Isırgan	Toprak üstü kısımları yaprakları Tohumlar Kökleri	Haricen	İltihaplı yaralar (Afifi-Yazar ve ark., 2011)

Not: A:Avrupa; AK:Akdeniz; AS: Avrupa-Sibirya; DA: Doğu Akdeniz; İT:İran-Turan;*Yaygın; **Endemik; ϕ: Kültür Formu; A:Tek Yıllık; B: İki Yıllık; P: Çok Yıllık

Kullanım amaçlarına göre değerlendirildiğinde tespit edilen bitkilerin halk tıbbında en fazla cilt yaraları (% 38.37) ve egzama (mayasıl) (% 12.79) şikayetlerine karşı kullanıldıkları görülmektedir (Şekil 1).

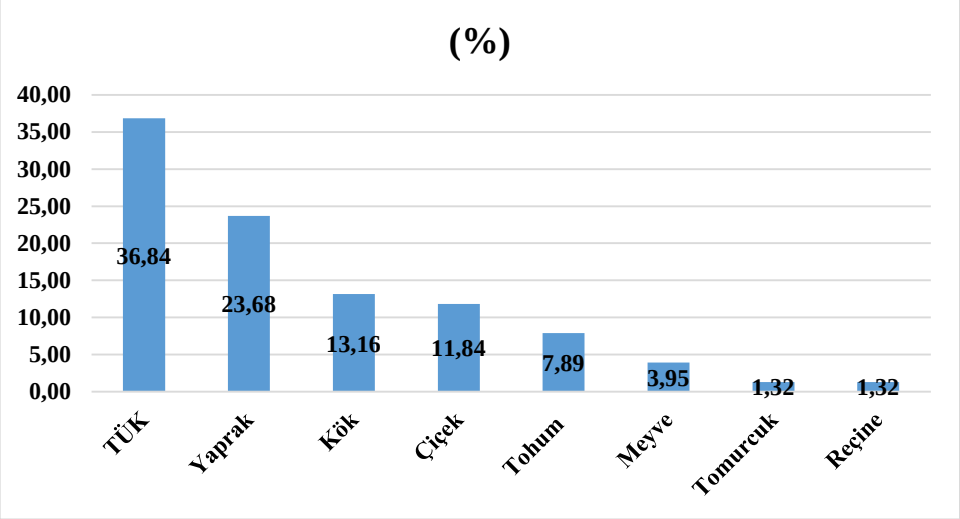


Şekil 1. Tespit edilen tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım amaçları (%).

En çok bitki taksonu içeren familyalar sırasıyla 8 taksonla Asteraceae (Papatyagiller) ve 7 taksonla Lamiaceae (Ballıbabagiller) olurken en çok tür içeren cinsler3'er taksonla *Centaurea* ve *Silene* olmuştur. Ballıbabagiller familyası içerdikleri zengin uçucu yağlar ve hoş kokularıyla

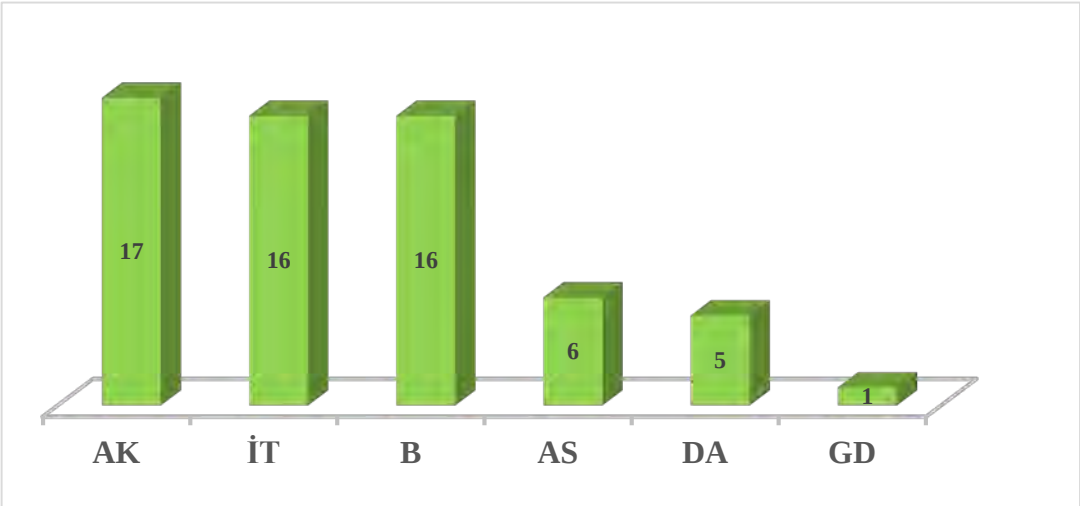
ünlü birçok tıbbi ve aromatik bitkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Asteraceae familyası ise ülkemizde en çok bitki türüne sahip familyadır ve yine etnobotanik açıdan değerli birçok bitki türünü barındırmaktadır.

Kullanılan kısımlarına göre değerlendirildiğinde bitkilerin en çok toprak üstü kısımları (% 36.84), yaprakları (% 23.68) ve kökleri (% 13.16) kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Tespit edilen tıbbi aromatik bitkilerin kullanılan kısımları (%)

Kullanım şekillerine göre değerlendirildiğinde ise bitkilerin genellikle haricen tüketildiği görülmektedir. Tespit edilen bitkiler orjinleri bakımından değerlendirildiğinde 17 tür Akdeniz, 16 tür İran-Turan, 6 tür Avrupa-Sibirya, 5 tür Doğu Akdeniz, 1 tür geniş dağılışlı olarak belirlenirken 16 bitkinin fitocoğrafik orjini bilinmemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Tespit edilen bitkilerin fitocoğrafik orijinleri

Yaşam süreleri bakımından 48 bitki çok yıllık, 5 bitki türü iki yıllık, 8 bitki türü ise tek yıllık olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere yöre halkı sadece dermatolojik rahatsızlıklara karşı birçok farklı bitkiden yararlanmaktadır. Şüphesiz bu kullanımların dışında yöre halkı birçok bitkiden farklı amaçlar için yararlanmaktadır. Hatay Bölgesi'nin birçok farklı kültür ve inanca sahip insanın bir arada yaşadığı kozmopolit bir coğrafya olması zengin bir etnobotanik mirasa sahip olmasını sağlamıştır. Yapılan bu çalışmanın bölge ve yakın çevresiyle ilgili yapılacak etnobotanik çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

Abouri, M., El Mousadik, A., Msanda, F., Boubaker, H., Saadi, B., & Cherifi, K. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in the Tata Province, Morocco. Int J Med Plants Res, 1(7), 99-123.

Afifi-Yazar, F. U., Kasabri, V., & Abu-Dahab, R. (2011). Medicinal plants from Jordan in the treatment of cancer: traditional uses vs. in vitro and in vivo evaluations–Part 1. Planta medica, 77(11), 1203-1209.

Akaydin, G., Şimşek, I., Arituluk, Z. C., & Yeşilada, E. (2013). An ethnobotanical survey in selected towns of the Mediterranean subregion (Turkey). Turkish Journal of Biology, 37(2), 230-247.

Algier, A.A., Hanoğlu, Z., Özden, G., Kara, F. 2005. The use of complementary and alternative (non-conventional) medicine in cancer patients in Turkey. Eur J Oncol Nurs. 9: 138-46.

Al-Khalil, S. 1995. A survey of plants used in Jordanian traditional medicine. International Journal of Pharmacognosy. 33: 317-323.

Al-Sereitia, MR ve ark. (1999). Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its therapeutic potentials, Indian Journal of Experimental Biology, Vol. 37, February 124-131.

Altay, V., & Karahan, F. (2012). Tayfur Sökmen Kampüsü (Antakya-Hatay) ve çevresinde bulunan bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3(2), 13-28.

Altundag, E. ve Öztürk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. Procedia Social and Behavioral Sciences 19: 756–777.

Bagcı, E., Başer, K. H. C., Kürkçüoğlu, M., Babaç, T., Çelik, S. (1999). Study of the essential oil composition of two subspecies of *Abies cilicica* (Ant. et Kotschy) Carr. from Turkey, Flavour Fragr. J., 14, 47-49.

Bahraminejad, S., Abbasi, S., Fazlali, M (2011). In vitro antifungal activity of 63 Iranian plant species against three different plant pathogenic fungi, African Journal of Biotechnology Vol. 10(72), pp. 16193-16201.

Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Kızıl, O. A. S., & Telci, İ. (2010). Tibbi ve aromatik bitkiler üretiminin arttirilmasi olanaklari. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odasi, Ziraat Mühendisligi VII. Teknik Kongresi (2010), 11-5.

Baytop, T. (1999). Therapy with medicinal plants in Turkey (past and present). Publication of the Istanbul University, 312.

Benitez, G. ve ark. (2010). Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): Ethnopharmacological synthesis, Journal of Ethnopharmacology 129: 87–105.

Chiej; R., (1988). The Mcdonald Encyclopedia of Medicinal Plants, Macdonald & Co. Ltd. 66-73, Shoe Lane London.

Formisano C. ve ark. (2008). Essential oil composition and antifeedant properties of *Bellardia trixago* (L.) All. (sin. Bartsia trixago L.) (Scrophulariaceae), Biochemical Systematics and Ecology 36. 454-457.

Gürdal, B ve Kültür, Ş. (2010). Türkiye'de Rosaceae türlerinden halk tıbbında kullanılan bitkiler. 19. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Syf. 309-317.

Güzel, Y., Güzelşemme, M., & Miski, M. (2015). Ethnobotany of medicinal plants used in Antakya: A multicultural district in Hatay Province of Turkey. Journal of ethnopharmacology, 174, 118-152.

Gonzalez-Trujano, M.E., ve ark. (2006). Neuropharmacological profile of an ethanol extract of *Ruta chalepensis* L. in mice. Journal of Ethnopharmacology 106: 129–135.

Hürkul, MM, Güvenç, A (2011). Total phenolic contents and antioxidant activities of *Michauxia* L'Hérit (Campanulaceae) species growing in Turkey, Planta Med, 77-117

İlçim A. (2014). Hatay'ın Sessiz Güzelleri 900 Yabani Çiçek Hatay Bitki Envanteri. T.C. Hatay Valiliği Yayınları.

Karahan, F., Avsar, C., Ozyigit, I. I., & Berber, I. (2016). Antimicrobial and antioxidant activities of medicinal plant *Glycyrrhiza glabra* var. *glandulifera* from different habitats. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 30(4), 797-804.

Karakaş, F. P., Karakaş, A., Boran, Ç., Türker, A. U., Yalçin, F. N., & Bilensoy, E. (2012). The evaluation of topical administration of *Bellis perennis* fraction on circular excision wound healing in Wistar albino rats. Pharmaceutical biology, 50(8), 1031-1037.

Kendir, G., Güvenç, A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi. 30/1: 49-80.

Keskin, L. (2011). Kadınhanı (Konya) ve çevresinde yetişen bitkilerin etnobotanik özellikleri (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kurt, E., Bavbek, S., Pasaoglu, G. 2004. Use of alternative medicines by allergic patients in Turkey. Allergol Immunopathol. 32: 289-94.

Luseba, D., Elgorashi, E. E., Ntloedibe, D. T. and J.Van Staden 2007. Antibacterial, antiinflammatory and mutagenic effects of some medicinal plants used in South Africa for treatment of wounds and retained placenta in livestock, South African Journal of Botany 73, pp. 378–383.

Mansoor, Q ve ark. (2013). Antibacterial activity of local herbs collected from Murree (Pakistan) against multi-drug resistant Klebsiella pneumonae, E. coli and methyciline resistant Staphylococcus aureus. Pak J Pharm Sci. 2013 Jul;26(4):827-30

Mehrabani Natanzi, M. Ve ark. (2012). Effect of aqueous extract of *Elaeagnus angustifolia* fruit on experimental cutaneous wound healing in rats, Acta Med Iran. 50(9):589-96.

Neccini, C ve ark. (2011). In vitro Antioxidant Activity of Aged Extracts of some Italian Allium Species, Plant Foods Hum Nutr 66:11–16.

Ozturk, M., Altay, V., & Gonenç, T. M. (2017). Herbal from high mountains in the East Mediterranean. Drug Discovery from Herbs-Approaches and Applications",(eds. Bhojraj, S. et al.), 327-367.

Pistelli, L. ve ark. (2003). Flavonoids from Calicotome villosa, Fitoterapia 74 417–419

Polat, R., & Satıl, F. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir–Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 139(2), 626-641.

Proestos, C., Chorianopoulos, N., Nychas, G. J., & Komaitis, M. (2005). RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. Journal of agricultural and food chemistry, 53(4), 1190-1195.

Sezik, E., Yeşilada, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., & Tanaka, T. (2001). Traditional medicine in Turkey X. Folk medicine in central Anatolia. Journal of ethnopharmacology, 75(2-3), 95-115.

Shehab NG, ve Abu-Gharbieh E. (2012). Constituents and biological activity of the essential oil and the aqueous extract of *Micromeria fruticosa* (L.) Druce subsp. serpyllifolia, Pak J Pharm Sci. 2012 Jul;25(3):687-92.

Siramon, P. ve ark. (2013). Chemical Composition and Antifungal Property of *Eucalyptus camaldulensis* Leaf Oils from Thailand. Records of Natural Products Vol: 7. 1: 49-53.

Topçu, G ve ark. (1996). *Nepeta caesarea* Boiss. Bitkisinin Terpenik ve Fenololik Bileşikleri, XI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Ankara.

Tosun, A. (2006). Daphne L. Türlerinin Kimyasal içeriği ve Biyolojik Aktiviteleri, Ankara Ecz. Fak. Derg. 35 (1) 43 – 68.

Yalçın, F.N., Kaya, D. (2006). Ethnobotany, Pharmacology and Phytochemistry of the Genus *Lamium* (Lamiaceae), FABAD J. Pharm. Sci., 31, 43-52.

Yeşilada, E., Honda, G., Sezik, E., Tabata, M., Fujita, T., Tanaka, T., Takeda, Y., Takaishi, Y., 1995. Traditional medicine in Turkey. V. Folk medicine in the inner Taurus Mountains. Journal of Ethnopharmaecology, 46: 133-152.

GENE EXPRESSİON BASED MODELLİNG OF CHLORİDE, WATER, AND GAS PERMEABİLİTY OF CONCRETES MODİFİED WİTH CALCİNED TURKİSH KAOLİNS AND HİGH PURİTY METAKAOLİN

Kasım MERMERDAŞ

Associate Professor of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Harran University, Şanlıurfa, Turkey

Abstract

Being one of the most important material in concrete technology studies, calcined kaolin have been studied for the last three decades. The studies are generally focused on the investigation of various properties ranging from mechanical behavior to durability related features. The influence of this mineral admixture mainly depends on the microstructural properties and fineness of the material. Therefore, these characteristics are highly correlated to performance of concrete. In this study, prediction models were proposed to estimate some permeability properties of concretes modified with different types of calcined crude Turkish kaolins and high purity metakaolin obtained from Czech Republic. The data used for derivation of the model were obtained from an experimental study available in the literature. A soft computing technique named gene expression programming (GEP) was used. The permeability properties taken into account are chloride, water and gas permeabilities of the concretes modified with different rates of calcined kaolins. The explicit formulations obtained from GEP were also compared with the statistical technique named multi linear regression.

Keywords: Metakaolin, Permeability, Modelling, Estimation

1. Introduction

Metakaolin provide improvement in the workability and constructability, and has a positive effect on the time and energy in finishing and pumping of concrete, provided that proper amount of superplasticizers are used (Shekarchi et al., 2010). In the study of Brooks et al. (2000) it was reported that a 30% reduction of slump when using 15% metakaolin in concrete followed by a 20% retardation of setting times was observed. Moulin et al. (2001) and Badogiannis et al. (2005) stated retardation in a range of 0–95% in initial setting time as well as 14–64% for final setting time using 20% of different types of metakaolin. These discrepancies could be attributed to the fineness of different metakaolins and the amount and performance of different chemical admixtures in each test.

Permeability of concrete is one of the most important factors affecting the long term durability. The permeability of concrete is defined as the property that measures the flow of fluid throughout concrete under a pressure gradient. It has such an importance for concretes used in water-retaining structure. Some reinforced concrete (R/C) structures might be exposed to aggressive environmental effects such as sulfate and chloride attack, abrupt climatic changes. These detrimental effects may lead to the deterioration of structures, hence losing their serviceability or being exposed to catastrophic damages under instantaneous superimposed loads. Therefore, the permeability characteristics should carefully be considered for concretes having environmental deterioration risk (Khatib and Clay, 2004). Therefore, it can be said that permeability has a significant impact on a wide variety of processes in manufacture of high

performance concrete. It has been known that mineral admixtures contribute to mechanical and durability performance for the concretes by either physical and/or chemical refinement of the pore structure. Providing the refinement of porosity reduces the permeability of the hardened cement matrix.

For the last two decades, there has been a growing interest for the beneficiation of metakaolin (MK) as a supplementary cementing material in the production of concrete with enhanced transport and mechanical features (Cassagnabère et al., 2009; Ding and Li, 2002; Güneyisi and Mermerdaş, 2007; Güneyisi et al., 2008). The major difference between MK and other types of pozzolans is that MK is the primary product obtained at the end of the series of processes such as purification, grinding, thermal characterization, and calcination. However, other artificial pozzolans like GGBFS, FA, and SF are disposal materials or by-products of some heavy industrial processing plants. Therefore, it can be said that MK can be produced with a controlled process to achieve the desired properties such as fineness and/or high reactivity.

There has been a considerable interest in the field of modeling the properties of concrete by soft-computing techniques. One of the most popular soft-computing techniques that provides explicit formulation is gene expression programming (GEP). For example, Mermerdaş et al. (2013) used GEP to formulate drying shrinkage of concretes. They used some mix proportions and drying periods of concretes as prediction input parameters. The predicted values demonstrated high level of correlation with the actual experimental results (Mermerdaş et al. 2013).

In this study GEP based explicit formulations of some permeability properties of calcined kaolin modified concretes are presented. The permeability properties are gas permeability according to RILEM TC 116-PCD (1999), water permeability according to TS EN 12390-8 (2019), rapid chloride permeability according to ASTM C1202 (2012).

2. Description of the Data Set

The data used for derivation of the model were obtained from an experimental study presented in the study of the author's and his collegues previous study (Gesoğlu et al., 2014). Total 40 experimental data samples were used. 25 of these data were arbitrarily selected as training data set while the rest were utilized as test data set to evaluate the performance of the derived model. Figure 1 includes the summary of the data used in this study.

Table 1. Summary of the data used for training and testing data sets.

Thermally treated kaolin	Dependent Variables					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
	Kaolinite content (%)	SiO_2 content (%)	Al_2O_3 content (%)	Specific surface (m^2/gr)	Age of concrete (days)	Replacement level (%)
DV	54	69.78	24.16	7.34	28, 90	5-20%
DC	38	77.70	15.14	6.45		
CC	54	68.19	25.18	4.45		
BMK	46	59.90	29.32	7.43		
MK	95	53.00	43.00	18.00		

3. Gene Expression Modelling

A genetic algorithm (GA) is a search technique that has been used in computing for finding precise or approximate solutions to optimization or search problems. Genetic algorithms can be categorized as global search heuristics. Genetic algorithms are a particular class of evolutionary computation. The techniques used by GA are inspired by evolutionary biology such as; inheritance, mutation, selection, crossover (recombination).

Genetic programming (GP), proposed by Koza (1992) is essentially an application of genetic algorithms to computer programs. GP has been applied successfully to solve discrete, non-differentiable, combinatory, and general nonlinear engineering optimization problems (Goldberg, 1989). It is an evolutionary algorithm based methodology inspired by biological evolution to find computer that performs a task defined by a user. Therefore, it is a machine learning technique used to construct a population of computer programs according to a fitness landscape determined by a program's ability to perform a given computational task. Similar to GA, the GP needs only the problem to be defined. Then, the program searches for a solution in a problem-independent manner (Goldberg, 1989; Zadeh, 1984).

Gene expression programming (GEP) is a natural development of genetic algorithms and genetic programming. GEP was introduced by Ferreira (2001). GEP is a natural development of GP. GEP evolves computer programs of different sizes and shapes encoded in linear chromosomes of fixed-length. GEP algorithm begins with the random generation of the fixed-length chromosomes of each individual for the initial population. Then, the chromosomes are expressed and the fitness of each individual is evaluated based on the quality of the solution it represents.

A significant advantage of GEP is that it makes it possible to infer exactly the phenotype given the sequence of a gene, and vice versa which is termed as Karva language. For example, the following algebraic expression (Eq. 1) can be represented by a diagram which is the expression tree as follows (Figure 1).

$$Y = \sqrt{\sqrt{\frac{d_3}{\sin d_2 + c_1 - \ln c_1}} \times d_1} \tag{1}$$

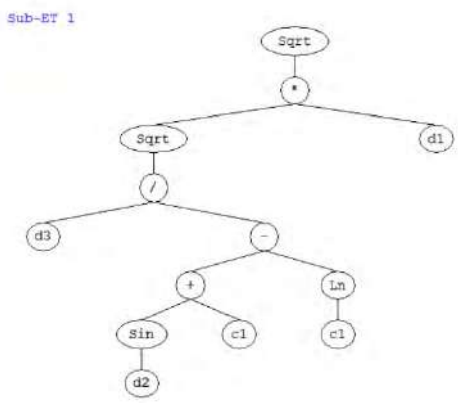


Figure 1. A sample sub-expression tree for a mathematical operation

4. Proposed Models

Sub expression trees for rapid chloride permeability, water permeability, and gas permeability are shown in Figures 2 through 4, respectively. The corresponding explicit formulations are given in Equations 2-4. In order to compare the correlation between the permeability properties predicted values vs. experimental values were demonstrated in Figures 5-7.

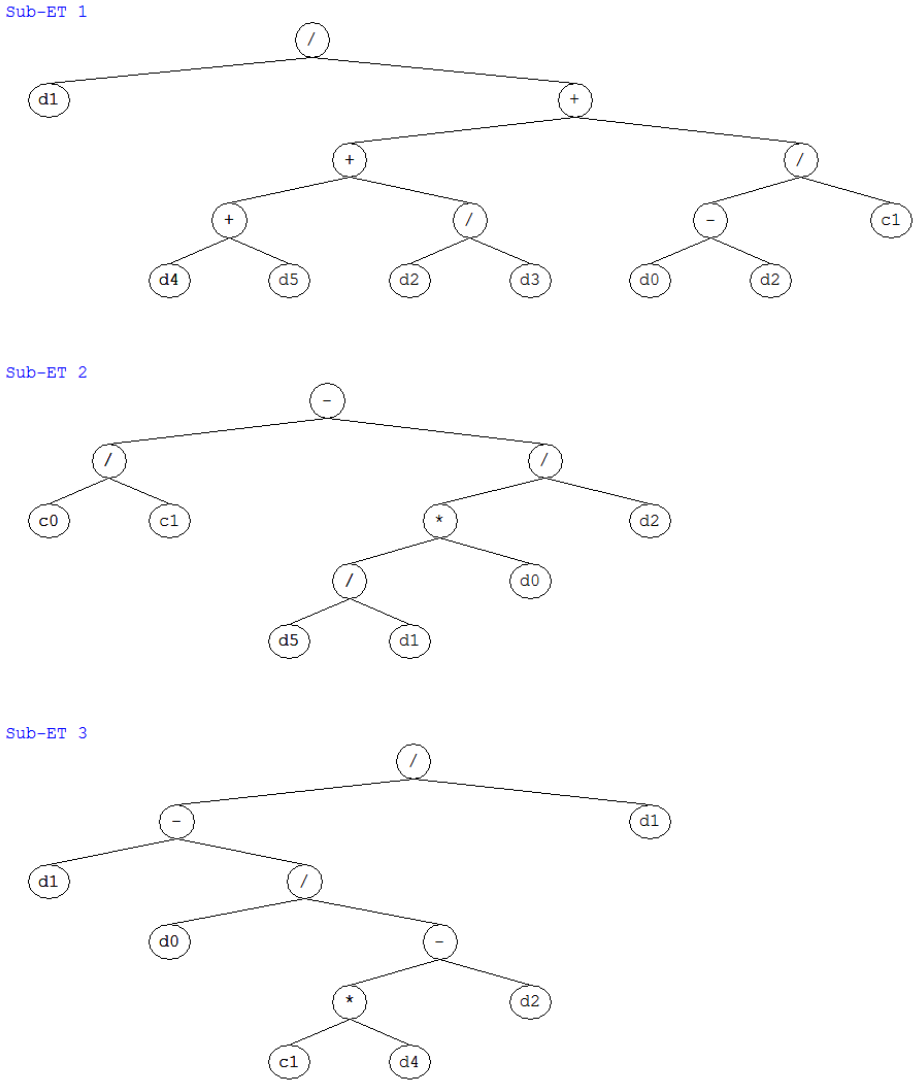


Figure 2. Sub expression trees obtained for rapid chloride permeability of concretes

$$C=C_1+C_2+C_3 \quad (2)$$

$$C_1=(X_3+X_2-X_1+(X_1-X_2)/X_5)*X_3 \quad (2a)$$

$$C_2=-9.176239*((X_5/X_2)*(X_6-X_4)+2X_6) \quad (2b)$$

$$C_3=-X_5*3.200164+X_3-X_5+6.103515*X_2+X_4*X_2 \quad (2c)$$

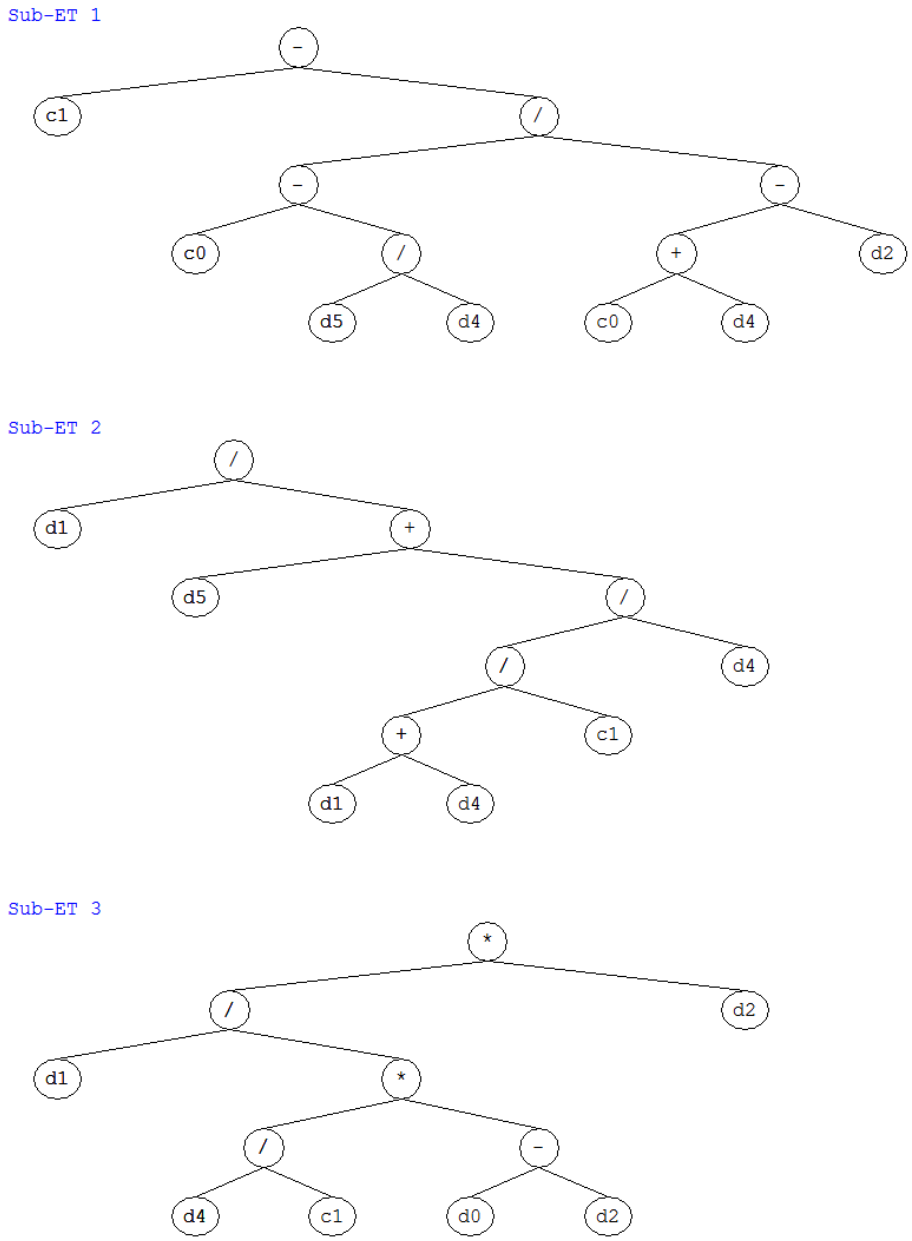


Figure 3. Sub expression trees obtained for water permeability of concretes

$$D = D_1 + D_2 + D_3 \quad (3)$$

$$D_1 = G1C1-(G1C0- X_6/ X_5)/(G1C0+ X_5- X_3) \quad (3a)$$

$$D_2 = X_2/(X_6+(X_2+ X_5)/G2C1/ X_5) \quad (3c)$$

$$D_3 = X_2/((X_5/G3C1)*(X_1- X_3))* X_3 \quad (3d)$$

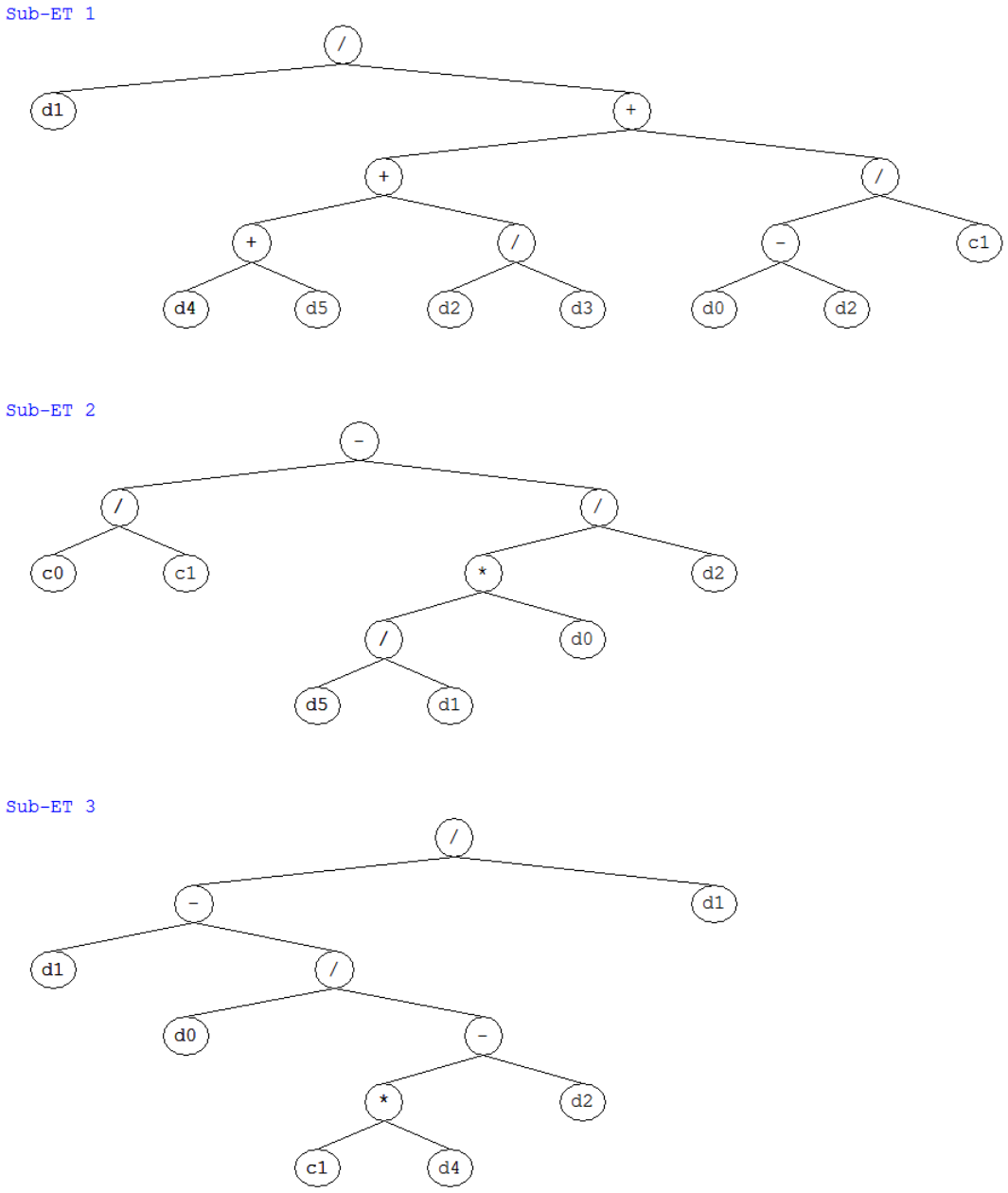


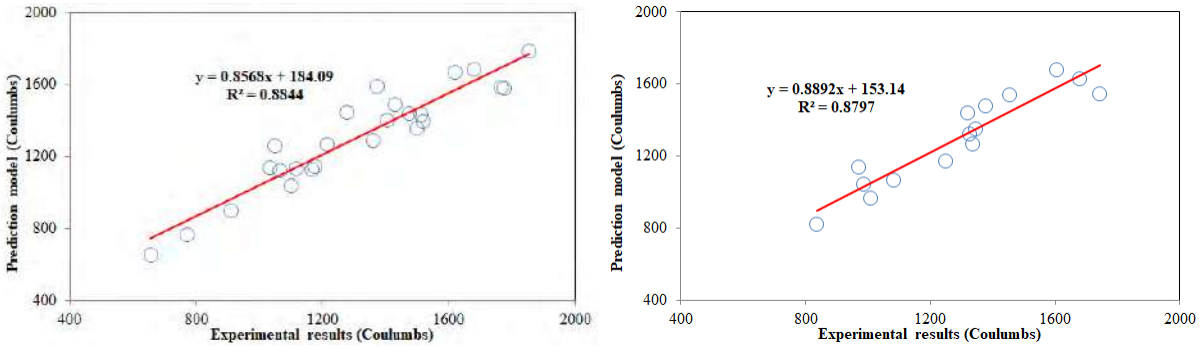
Figure 4. Sub expression trees obtained for gas permeability of concretes

$$K=(K_1+ K_2+ K_3)/10^{16} \quad (4)$$

$$K_1 = (X_5+ 8.709534-(X_2+ X_6)/ X_4)/ X_5 \quad (4a)$$

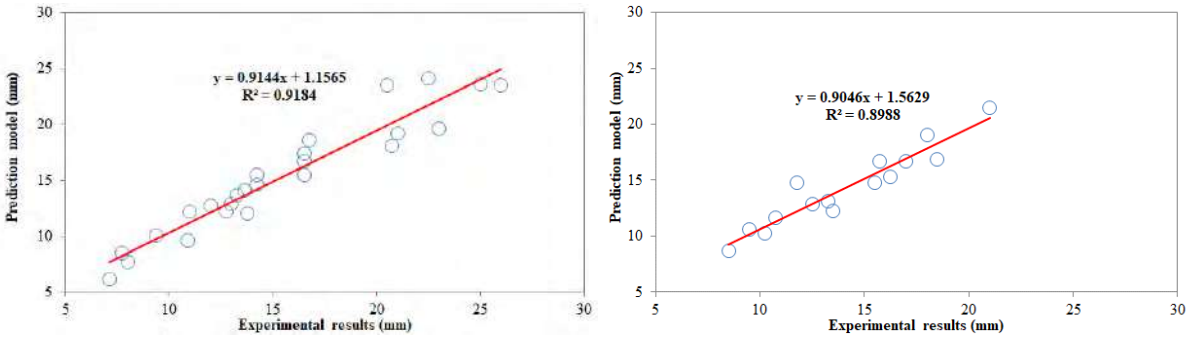
$$K_2 = (X_5+ 8.294678)/((X_4- X_5)/ X_6- 3.001892+ X_5) \quad (4b)$$

$$K_3 = (1.41864- X_6)/(X_3- X_1+ X_6+ X_2) \quad (4c)$$



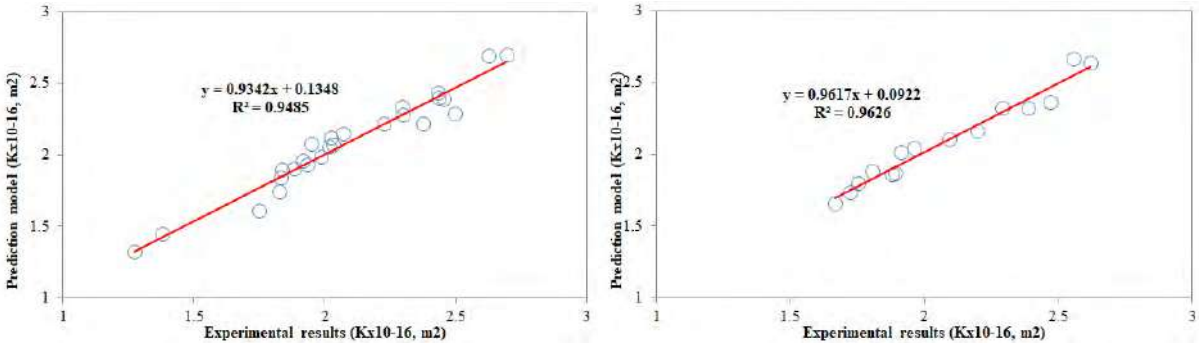
a) b)

Figure 5. Correlation between predicted vs. experimental rapid chloride permeability test a) Training data set b) Testing data set



a) b)

Figure 6. Correlation between predicted vs. experimental water permeability test a) Training data set b) Testing data set

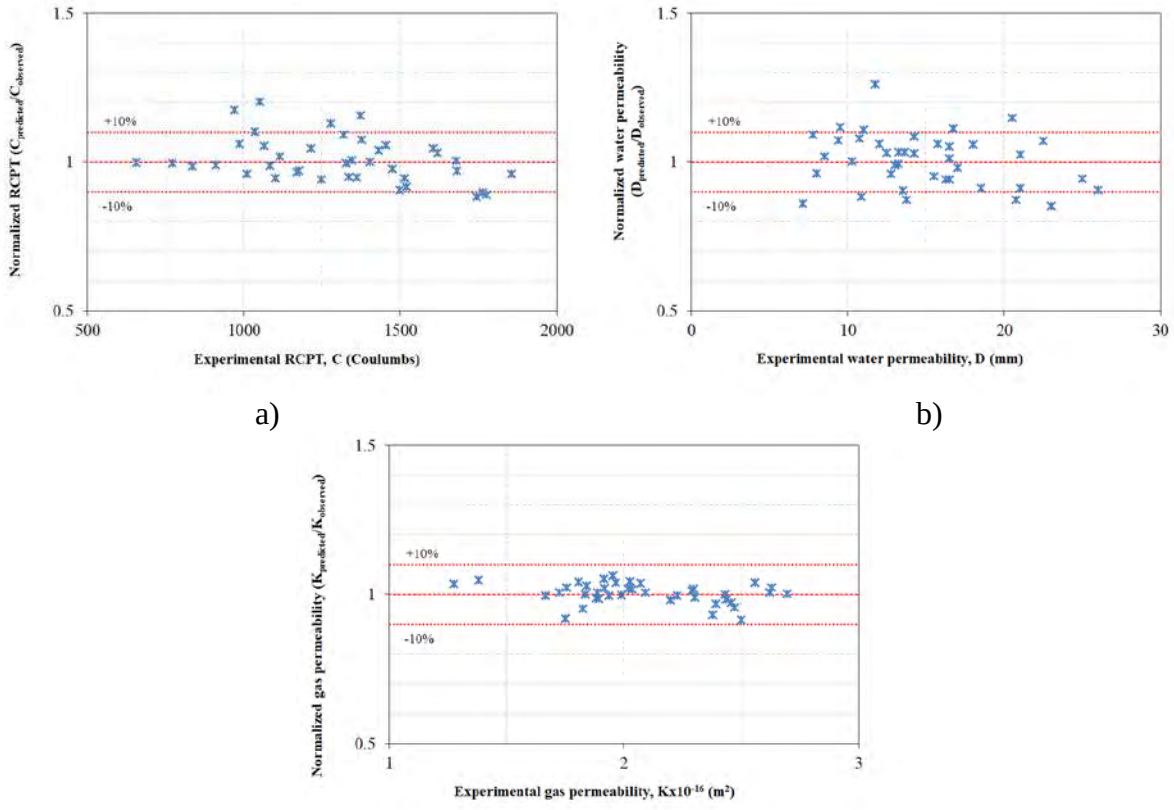


a) b)

Figure 7. Correlation between predicted vs. experimental gas permeability test a) Training data set b) Testing data set

As can be seen from Figures 5-7 that all the proposed models yielded the coefficient of determination of higher than 0.88 which correspond to a reasonably high correlation coefficient. In order to better evaluate the performance of the prediction model normalized values are also presented in Figure 8. A normalized value is obtained by dividing the prediction value by the

actual value. For perfect estimation performance normalized result is equal to 1. The values under and over 1 indicates underestimation and overestimation, respectively.



a) b)

c)

Figure 8. Normalized results for a) Rapid chloride permeability test, b) Water permeability test, c) Gas permeability test

Observing the scatter of the data it can be said that the proposed GEP model for gas permeability is the best compared to others.

5. Conclusions

The following conclusions can be given for the findings of the paper

- Utilization of GEP method for estimation of the permeability properties of concrete is possible by selecting prediction parameters.
- The properties of raw kaolin such as mineralogical composition and physical features and the amount of materials used can be introduced as effective predictors for permeability properties of concretes modified with thermally treated kaolins.
- The mathematical models derived for prediction of the permeability properties, demonstrated high correlation with actual values. Especially the models for gas permeability seemed to be best among the other transport properties.
- However, all of the correletion coefficients (R) were higher than 0.9.
- Normalized results indicated that most of the predicted data fell between ±10% error limits. A few overestimation and underestimation values out of this specific limit were observed for each parameter.

- Development of a user friendly interface can be recommended as a future study to benefit more practically from the proposed models.
- Moreover, enlarging the training and testing data sets may provide better prediction models with higher estimation capability.

References

ASTM C1202 (2012) Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration. American society for testing and materials. Annual book of ASTM standards, vol. 04.02. West Conshohocken, PA: ASTM.

Badogiannis, E., Kakali, G., Dimopoulou, G., Chaniotakis, E., Tsivilis, S. (2005). Metakaolin as a main cement constituent: exploitation of poor Greek kaolins. Cem Concr Compos, 27, 197–203.

Brooks, J.J., Johari, M.A.M., Mazloom, M. (2000) Effect of admixtures on the setting times of high-strength concrete. Cement Concr Compos, 2, 2293–301.

Cassagnabère, F., Escadeillas, G., Mouret, M. (2009). Study of the reactivity of cement/metakaolin binders at early age for specific use in steam cured precast concrete. Construction and Building Materials, 23, 775-784.

Ding, J., Li, Z. (2002) Effects of metakaolin and silica fume on properties of concrete. ACI Mat. Journal, 99, 393-398.

Ferreira, C. (2001). Gene expression programming: a new adaptive algorithm for solving problems. Complex Systems, 13, 87-129.

Gesoğlu M., Güneyisi, E., Özturan., T., Mermerdaş, K. (2014) Permeability properties of concretes with high reactivity metakaolin and calcined impure kaolin, Materials and Structures 47:709–728

Goldberg, D. (1989) Genetic Algorithms in search, optimization and machine learning. MA: Addison-Welsley

Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Mermerdaş, K. (2008). Improving strength, drying shrinkage, and pore structure of concrete using metakaolin. Material and Structures, 41, 937-949.

Güneyisi, E., MermerdaĢ, K. (2007). Comparative study on strength, sorptivity, and chloride ingress characteristics of air-cured and water-cured concretes modified with metakaolin. Materials and Structures, 40, 1161-1171.

Khatib, J.M, Clay, R.M (2004). Absorption characteristics of metakaolin concrete. Cement and Concrete Research, 34, 19-29.

Koza, J.R. (1992). Genetic programming: On the programming of computers by means of natural selection. MIT Press.

Mermerdaş, K., Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Özturan, T. (2013) Experimental evaluation and modeling of drying shrinkage behavior of metakaolin and calcined kaolin blended concretes, Construction and Building Materials 43 (2013) 337–347

Moulin, E., Blanc, P., Sorrentino, D. (2001). Influence of key cement chemical parameters on the properties of metakaolin blended cements. Cem Concr Compos, 23, 463–9.

RILEM TC 116-PCD. (1999). Permeability of concrete as a criteron of its durability. Mat Struc, 32, 174-179.

Shekarchi M., Bonakdar A., Bakhshi M., Mirdamadi A., Mobasher B. (2010) Transport properties in metakaolin blended concrete. Construction and Building Materials, 24, 2217–2223.

TSE - TS EN 12390-8 (2019) Testing hardened concrete - Part 8: Depth of penetration of water under pressure. Turkish Standards Institution, Bakanlıklar, Ankara, Turkey

Zadeh, L.A. (1994) Soft computing and fuzzy logic. IEEE Software, 11, 48–56

EXPERIMENTAL EVALUATION OF FREEZING-THAWING RESISTANCES OF CONCRETES INCORPORATING CALCINED IMPURE KAOLIN AND HIGH PURITY METAKAOLIN

Kasım MERMERDAŞ

Associate Professor of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Harran University, Şanlıurfa, Turkey

Abstract

Utilization of supplementary cementitious powder materials (SCM) has been one of the most common practices for improving fresh and hardened properties of cement based construction materials. The effectiveness of SCMs is highly depended on the chemical composition as well as physical properties such as particle shape, particle size, and fineness. Being one of the most popular SCMs, metakaolin or calcined kaolin is obtained by thermally treatment of kaolinitic clay at convenient temperature to obtain pozzolanic reactivity. In this study, an experimental program was conducted to evaluate freezing thawing resistances of concretes modified with calcined Turkish kaolins, obtained from Çanakkale, Bursa, and Balıkesir, as well as high-purity metakaolin from Czech Republic. The freezing thawing effect was monitored through deterioration of compressive and flexural strength, mass loss and ultrasonic pulse velocity. The results indicated that native calcined kaolin modified concretes had comparable performance as metakaolin incorporated ones.

Keywords: Metakaolin, Freezing thawing, Concrete

1.Introduction

The use of metakaolin for pozzolana dates back to the 1960s. The concrete obtained as a result of the use of metakaolin in place of Portland cement was first used in 1962 at the construction of the Jupia dam in Brazil. The purpose of this use was to increase the durability of the concrete. Since then, metakaolin has been a significant advance in the use of cement and concrete. From 1990's onwards, it has become widespread for use in concrete production due to its high strength and durability properties. It has been determined that when metakaolin is used in proper proportions instead of cement, it has a positive effect on mechanical properties (Mermerdaş, et. al. 2012; Datsetan and Bai, 2017). Moreover it decreases capillary water absorption and permeability increases durability and reduces alkali silica reaction formation in particular (Gesoğlu et al. 2014, Khatib and Clay, 2003;Rafik et al., 2010, Ramlochan et al., 2000). Metakaolin is a white, amorphous alumina silicate produced by calcining purified kaolin clay. The applied heat treatment causes the kaolin to lose 14% of the bound water in the range of 500-900 ^{0}C and to become pozzolanic and this constitutes the basic element of metakaolin.

At high temperatures (> 900 °C), metakaolin causes a wide variety of reactions to form crystalline compounds. As a result, free silica is formed metakaolin can be combined with calcium hydroxide for hydrate formation (Vu, 2002). This contributes to the improvement of mortar and concrete properties. The reaction capacity of metakaolin is mainly dependent on mineral content, raw kaolin source and production conditions. Today, in addition to using metakaolin in Portland cement and normal concrete, it is also available in high performance concrete and mortar (Pera 2001). A significant part of the studies on metekaolin studies are

aimed at determining the optimum amount of metakaolin that is suitable for use in concrete. The impact of metakaolin on the concrete properties of Portland cement and the addition of various amounts of concrete continues to be investigated. In addition to these trials, the ability of metakaolin to react with combinations of C_3S is experimentally investigated. This and similar works increase the general information about the application of metakaolin in mortar and concrete. The presence of metakaolin affects fresh and hardened mortar and concrete properties.

Bumanis et. al. (2017) presents the properties of porous alkali activated materials containing raw materials such as aluminium scrap recycling waste, metakaolin, calcined illite clay. Durability characteristics of the alkali activated materials containing Metakaolin was remarkably better than that of alkali activated material with illite. After 25 freeze-thaw cycles while the structure of Illite was badly effected (loss of compressive strength and mass between 13.3%-45%, 6.9%-39.7% respectively) that of the alkali activated materials based on Metakaolin showed good resistance up to 50 freeze-thaw cycles. after 50 freeze-thaw cycles, the compressive strength loss of mixture with metakaolin was between 22%- 66% and the mass loss was between 6.6% -15.5%. Chantzi and Dotsika (2016) prepared different compositions for restoration of historical types in their study and metakaolin prefered in the binder part of %25 replacement due to being resistant to climate changes. elevated humidity conditions, acid rain crystallization test, freeze-thaw tests were performed and obtained results were satisfactory.The success was attributed to the ability of metakaoline because of its resistance to the generation of large pores.

In this study, effectiveness of calcined Turkish kaolins obtained from different sources on the freezing and thawing resistance of concrete were experimentally investigated. Moreover, a high purity metakaolin brought from Czech Republic was used as a reference material. The mechanical properties of the concretes were monitored through 300 freezing-thawing cycles.

2.Experimental Study

2.1 Materials

Kaolins used in this study were obtained from four different kaolin deposits having different geological formations. The suppliers of the kaolins are located in three cities in Turkey. Table 1 shows the sources and experimental codes of the kaolins investigated in this study. Almost half of the total kaolin deposits are located in Balıkesir city. Therefore, two types of kaolins (DV and DC) from different quarries located in this city were investigated in this study. On the other hand, having distinct chemical and mineralogical properties, kaolins from neighboring cities, namely, Bursa and Çanakkale were also studied. Calcined kaolins were obtained after a proper thermal treatment. After determination of microstructural and thermal characteristics of unprocessed kaolins, various heat treatment levels were applied to obtain calcined kaolins for testing the pozzolanic activity index. The heat treatment level providing highest pozzolanic activity index and full dehydroxilation was selected as calcination temperature. The calcination temperature was assigned as 750 ^oC for DV, DC, and CC kaolins while it was 850 ^oC for BMK kaolin as a result of high alunite content. The kaolins were calcined for 3 hours in a muffle furnace. More details on calcination process and microstructural characterization can be found in the previous study by the author and his collegues (Güneyisi et al. 2012). Table 2 presents the chemical compositions and finenesses of the calcined kaolins as well as the mineralogical compositions of the kaolins before calcination process was adopted.

Table 1 Designation of the experimental codes of the calcined kaolin (CK) samples

Sample no	Location of the quarry		Experimental codes
	City	Location	
1	Balıkesir	Sındırgı-Düvertepe	DV
2	Balıkesir	Sındırgı-Danaçayırı	DC
3	Bursa	Mustafa Kemal Paşa	BMK
4	Çanakkale	Çan-Semedeli	CC

Table 2 Chemical, physical, and mineralogical properties of the calcined kaolins and commercial metakaolin

	Item	Calcined impure kaolin (CK)				High reactivity metakaolin
		DV	DC	BMK	CC	MK
Chemical properties	CaO (%)	2.22	3.07	2.42	1.86	0.5
	SiO_2 (%)	69.78	77.7	55.9	68.19	53
	Al_2O_3 (%)	24.16	16.04	33.3	25.58	43
	Fe_2O_3 (%)	0.69	1.01	0.43	1.32	1.2
	MgO (%)	0.89	0.78	1.07	0.95	0.4
	TiO_2 (%)	0.49	0.36	0.88	0.50	0.8
	K_2O (%)	0.25	0.06	3.89	0.5	0.0
	LOI (%)	0.73	0.50	0.5	0.65	0.4
Physical properties	Specific gravity	2.60	2.64	2.67	2.55	2.60
	BET Fineness (cm^2/g)	7340	6450	7430	4450	18000
Mineralogical compositions of uncalcined kaolins (%)	Kaolinite	54	38	46	54	>95
	Quartz	36	55	23	32	-
	Alunite	2	0.5	28	4	-
	Others	8	6.5	3	10	<5

The metakaolin used in this study is a white powder with a Dr Lange whiteness value of 87. It has a specific gravity of about 2.60, and specific surface area (Nitrogen BET Surface Area) of 18000 m^2/kg. Physical and chemical properties of MK used in this study are also given in Table 2. The origin of the MK is from Czech Republic

CEM I 42.5 R type Portland cement having specific gravity of 3.14 and Blaine fineness of 327 m^2/kg was utilized for preparing the concrete test specimens used for permeability tests. The chemical composition of the cement is shown in Table 3. Fine aggregate was a mix of river sand and crushed sand whereas the coarse aggregate was river gravel with a maximum particle size of 22 mm. Aggregates were obtained from local sources. Grading of the aggregate mixture was kept constant for all concretes. Sulphonated naphthalene formaldehyde based high range water-reducing admixture with specific gravity of 1.19 was employed to achieve slump value of 14±2 cm for the ease of handling, placing, and consolidation in all concrete mixtures. The superplasticizer was adjusted at the time of mixing to achieve the specified slump.

2.2 Mix proportions

Concrete mixtures with water-to-cementitious material (w/cm) ratio of 0.40 and calcined clay replacement levels of 5% and 15% by weight of the total binder content were designed together with a control concrete without any mineral admixture. Thus, totally 11 different concretes with and without calcined kaolins were produced with mix proportions given in Table 5. The

mixtures were designated with the name of calcined kaolin and replacement level, such as CC5 indicating the concrete containing calcined CC kaolin with 5% replacement.

Table 5 Mix proportions

Calcined kaolin type	Replacement level (%)	Mix ID	Materials, kg/m^3							
			Cement	Calcined kaolin	Water	No I (4-16 mm)	No II (16-22 mm)	Natural sand	Crushed sand	SP *
-	0	Control	350	0	140	695.5	397.4	794.9	99.4	3.5
DV	5	DV5	332.5	17.5	140	693.9	396.5	793	99.1	4.2
	15	DV15	297.5	52.5	140	690.1	394.3	788.7	98.6	6.3
DC	5	DC5	332.5	17.5	140	694	396.6	793.1	99.1	4.1
	15	DC15	297.5	52.5	140	690.4	394.5	789	98.6	6.1
CC	5	CC5	332.5	17.5	140	693.8	396.4	792.9	99.1	4.0
	15	CC15	297.5	52.5	140	689.7	394.1	788.3	98.5	5.9
BMK	5	BMK5	332.5	17.5	140	694.1	396.6	793.2	99.2	4.2
	15	BMK15	297.5	52.5	140	690.7	394.7	789.3	98.7	6.6
MK	5	MK5	332.5	17.5	140	693.9	396.5	793	99.1	6.5
	15	MK15	297.5	52.5	140	690.1	394.3	788.7	98.6	8.1

2.3 Test Method

This test method covers the determination of the resistance of concrete specimens to rapidly repeated cycles of freezing and thawing in the laboratory according to ASTM C666-03 Procedure A, "Rapid Freezing and Thawing in Water". ASTM C666 specifies various sizes of specimens for testing. However, the dimensions presented are not less than 75 mm in cross-section and 280 mm in length. Therefore, in this study, 100x100x300 mm prisms were used for freezing-thawing testing. In order to observe the effectiveness of CK and MK the concretes were water cured for 90 days before subject to freezing-thawing test. Flexural tensile strength test was applied to the undamaged concretes to obtain reference values. After taking ultrasonic pulse velocity (UPV) readings, the remaining specimens are transferred into tap water freezing-thawing cyclic exposures. The specimens were exposed to 300 freezing-thawing cycles each of which lasts approximately 4 hours between the temperatures of +4.4 ^{o}C and -17.7 ^{o}C. At the end of each 60 cycles UPV measurement were carried out till the end whole test. At the end of 300 cycles the specimens tested for flexural strength to evaluate the resistances of concretes to freezing-thawing. Moreover, the specimens were also tested for compressive strength to observe the change due to freezing-thawing. For this, 3x100x100 mm steel plates were used as it is shown in Figure 1. This test was applied to the concretes incorporating 5% and 15% CK or MK as well as control.

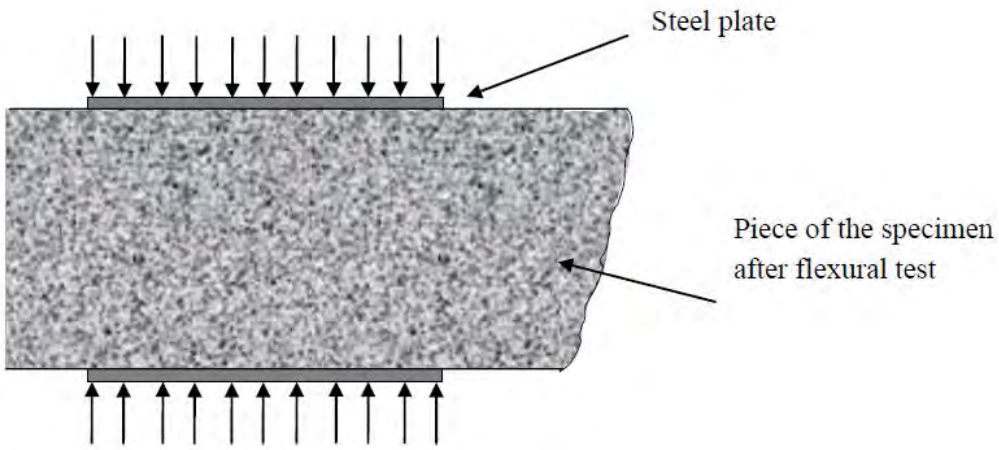


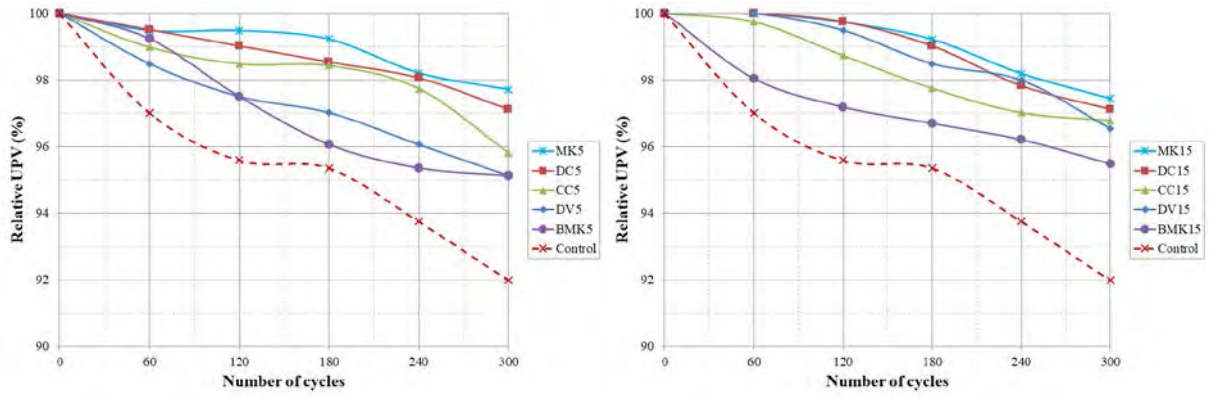
Figure 1. Compressive strength test on freezing-thawing specimen

3. Results and Discussions

Freezing and thawing resistances of the concretes were monitored through change in UPV values (Fig. 2) and strength reductions (Fig. 3). Fig. 4 illustrates the relative flexural strengths of the undamaged and damaged concretes in comparison to control concrete. In the same manner the relative compressive strengths of the undamaged and damaged concretes were also presented in Fig. 5. The maximum decrease in UPV values were observed for control concrete as 8%. However no significant change was observed for MK or CK incorporated concretes. The ranges of reduction were 2.30-4.90% for 5% replacement level while 2.5-4.5% for 15% replacement level depending on type of mineral admixture. On the other hand serious reductions in flexural strength (Fig 3a) were measured for the concretes. For example control concrete lost about 47% of its flexural strength while the losses for MK or CK incorporated concretes were ranged between 29-46% mainly depending on the replacement level. Although, concretes underwent great reduction in flexural strength, the change in compressive strength was not as high as flexural strength. The highest reduction was observed at control as 12.53% while the lowest was 2.06% for MK15. Utilizing 15% CK was seemed to be effective for providing resistance to concrete against freezing and thawing. Especially DV15 concrete appeared to be best among CK incorporated ones, since it demonstrated similar behavior as MK concrete.

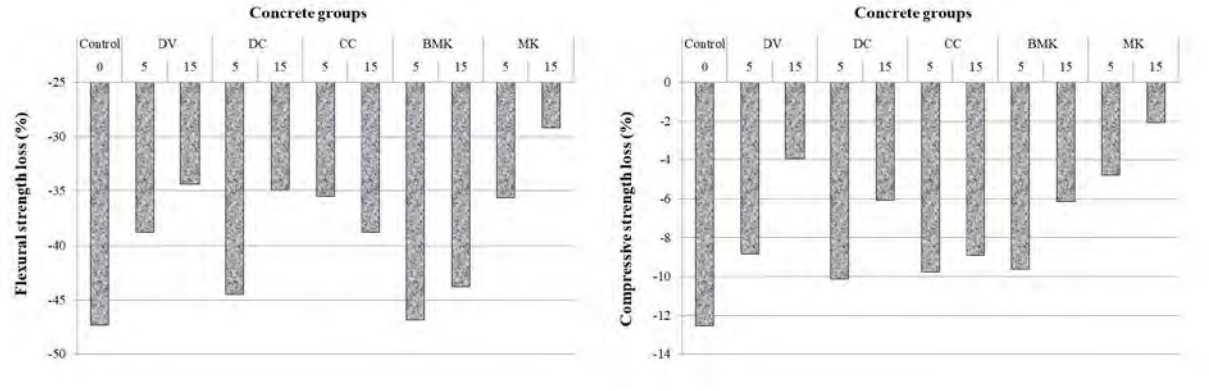
Critical observation of Figs 4 and 5 indicated that the inclusion of MK and CK played an important role in inhibiting the deterioration of mechanical properties. For example7-40% higher flexural strength was measured in undamaged CK or MK incorporated concretes, while this difference was observed to be 31-88% in damaged concrete.

Similar conclusion was presented by Hassan et al. (2012) They reported that the incorporation of MK to SCC mixtures enhances resistance to freezing and thawing. As the percentage of MK increased, resistance was also increased as well. The best performance was obtained at replacement level of 20%. They also stated that freezing and thawing resistance was higher with MK than SF at the same level of addition.



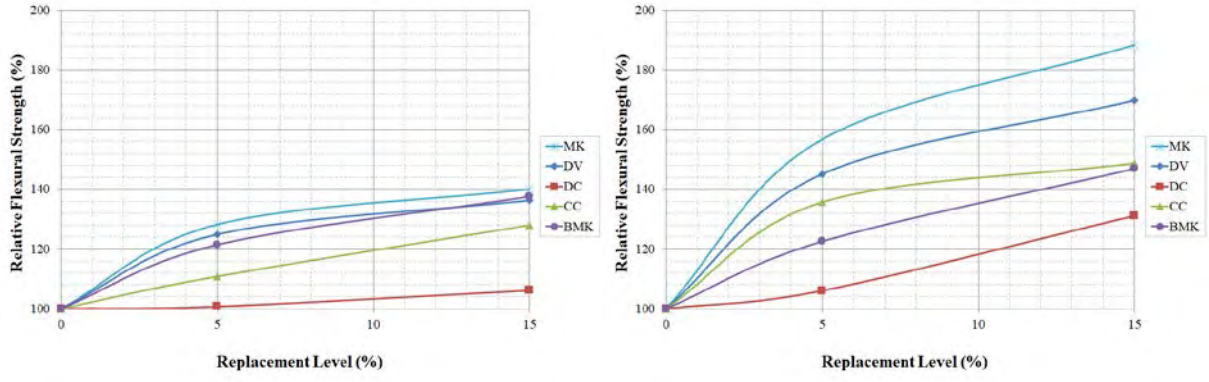
a) b)

Figure 2. Reduction in UPV values of the concretes at the end of 300 freezing-thawing cycles: a) 5% replacement level vs. control and b) 15% replacement level vs. control



a) b)

Figure 3. Percent decrease in a) flexural and b) compressive strength due to 300 cycles of freezing and thawing



a) b)

Figure 4. Relative flexural strength of a) undamaged concretes and b) damaged concretes ($F_{control}$=100%)

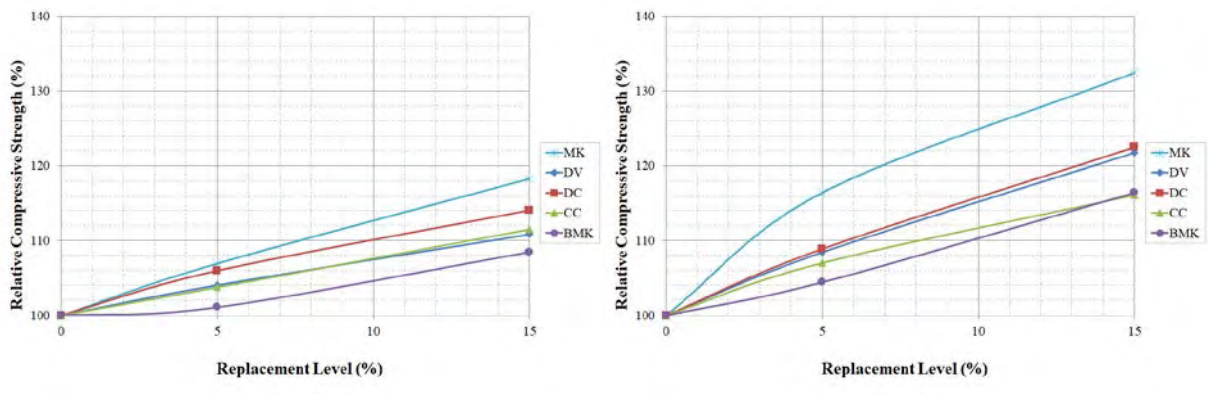


Figure 5. Relative compressive strength of a) undamaged concretes and b) damaged concretes (Fcontrol=100%)

4. Conclusions

The following conclusions may be drawn from the current study.

- Freezing and thawing cycles resulted in maximum UPV reduction of 8% in control concrete.
- At early periods of cycles the reductions in UPV values were insignificant for CK and MK incorporated concretes.
- At the end of 300 cycles of freezing and thawing, there were remarkable strength deterioration in concretes especially in terms of flexural strength.
- However using CKs and especially MK mitigated the damaging effect of freezing and thawing.

References

Bumanis, G., Vitola, L., Bajare, D., Dembovska, L. Pundiene, I., (2017) Impact of Reactive SiO_2/Al_2O_3 Ratio in Precursor on Durability of Porous Alkali Activated Materials. Ceramics International, 437: 5471-5477.

Chantzi P., Dotsika E., (2016) Advanced material technology for the conservation of historical buildings, ICAMS 2016 – 6th International Conference on Advanced Materials and Systems.

Datsetan S., Bai J. (2017) Mechanical and microstructural properties of self-compacting concrete blended with metakaolin, ground granulated blast-furnace slag and fly ash, Construction and Building Materials 146, 658–667.

Gesoğlu M., Güneyisi, E., Özturan., T., Mermerdaş, K. (2014) Permeability properties of concretes with high reactivity metakaolin and calcined impure kaolin, Materials and Structures 47:709–728

Hassan, A.A.A., Lachemi, M., Hossain, K.M.A. (2012) Effect of metakaolin and silica fume on the durability of self-consolidating concrete. Cement & Concrete Composites, 34, 801–807

Khatib, J.M., Clay, R.M. (2003) Absorption characteristics of metakaolin concrete, Cement and Concrete Research.

Mermerdaş, K., Gesoğlu, M., Güneyisi, E., Özturan, T. (2012) Strength development of concretes incorporated with metakaolin and different types of calcined kaolins. Construction and Building Materials, 37, 766–774.

Pera, J., (2001) Metakaolin and calcined clays. Cement and Concrete Composites, Elsevier Science Ltd.

Rafik A., Salah A. Abo E. El-Sayed E. (2010) Properties and durability of metakaolin blended cements: mortar and concrete, Materials and Constructions, Vol. 60, 300, 33-49.

Ramlochan, T., Thomas, M., Gruberb, K. (2000) The effect of metakaolin on alkali-silica reaction in concrete, Cement and Concrete Research, 30 33-344.

Vu, D.D., (2002) Strength Properties of Metakaolin-Blended Paste, Mortar and Concrete. Delft University Press, Netherlands.

СИСТЕМА HoTe-In

Дж. А.Ахмедова (C. A. Ahmedova)

Адыяманский Государственный университет, факультет искусств и наук, кафедра химия, Турция

Методами ДТА, РФА, МСА, а также измерением микротвердости и определением плотности исследована система HoTe-In и построена Т-х-фазовая диаграмма. Установлено, что система HoTe-In является неквазибинарным диагональным сечением тройной взаимной системы Ho-In-Te.

Ключевые слова: фазовая диаграмма, микротвердость, ликвидус.

Редкоземельные элементы используют в различных отраслях техники: в радиоэлектронике, приборостроении, атомной технике, машиностроении, химической промышленности, в металлургии и т.д.

Появление полупроводниковых свойств среди халькогенидов наиболее типично для монохалькогенидов двухвалентных и полуторных халькогенидов РЗЭ, для которых характерно: а) формирование внешних электронных состояний из высокоплотных локализованных £-состояний РЗЭ и более низкоплотных й-, р- и с- состояний металла и халькогена; б) существенное влияние относительного положения этих полос на тип проводимости и характер электропереноса и межатомного взаимодействия; в) однозначная связь положения и заселенности р-состояний РЗЭ с положением РЗЭ в ряду и подгруппах лантаноидов, с отношением халькоген/металл и с главным квантовым числом халькогена [1-3].

Ранее по системе Ho-In-Te нами были опубликованы некоторые работы [4-8].

В настоящей работе представлены результаты исследования фазовых равновесий системы HoTe-In.

Изучению соединений HoTe и In посвящены многочисленные исследования. Термо-э.д.с. монотеллурида гольмия HoTe составляет 40 мкВ/К [9-12].

Монотеллурид гольмия (HoTe) плавится конгруэнтно при температуре 1640K [13] кристаллизуется в кубической сингонии типа NaCl с периодом решетки a=6.049 Å [14].

Индий серебристо-белый металл с сильным блеском, легкоплавкий, плавится при температуре 429.5 К. Он отлично подходит для создания фотоэлементов, люминофоров,

термоэлектрических материалов, уплотнителей в космической технике.

Методика эксперимента

Исходные монотеллуриды гольмия HoTe и металлического индия (In) получали из элементов гольмия марки ГОМ -1 (99,87 %) индия марки ИН-000.

Синтез осуществили в односекционных печах при 1370-1400 К. Расплавы выдерживали при этих температурах в течении 3-4 ч, подвергая интенсивному перемешиванию, а затем температуру медленно снижали до 870К и выдерживали дополнительно еще 4 ч.

Для гомогенизации сплавы 0-75 моль% In отжигали при температуре 400К в течение 300 часов, а сплавы 80-100 моль% Te при 400К в течение 500 часов.

Характер взаимодействия в системе HoTe-In исследовали методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов, а также измерением микротвердости и определением плотности.

Термический анализ сплавов системы проводили на приборе «ТЕРМОСКАН-2» со скоростью нагревания 10 град/мин. Использовали калиброванные хромель-алюмелевые термопары, эталоном служил Al_2O_3.

Рентгенофазовый анализ проводили на рентгеновском приборе модели D2 PHASER с использованием CuK_α-излучения, Ni-фильтром. МСА сплавов системы исследовали с помощью металлографического микроскопа МИМ-8 на предварительно протравленных шлифах, полированных пастой ГОИ. При исследовании микроструктуры сплавов использовали травитель состава 10 мл HNO_3 5 мл H_2O_2= 1:1 время травления 15-20 с.

Микротвердость сплавов системы измеряли на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 0,10 Н. Плотность сплавов системы определяли пикнометрическим методом, в качестве рабочей жидкости использовали толуол.

Результаты и их обсуждение

Полученные образцы системы HoTe - In компактные, серого и черного цвета. Все сплавы устойчивы по отношению к воде и воздуху. Минеральные кислоты и щелочи сильно разлагают их.

Результаты ДТА указывают, что в системе между компонентами протекает

сложное химическое взаимодействие: на термограммах сплавов получены по три-четыре обратимых эффекта. Все эффекты на кривых нагревания эндотермические.

Исследование микроструктуры сплавов показало, что все сплавы, за исключением сплава состава 66; 73 и 80 мол. % In, которые являются точками пересечения, передставляют собой трехфазные механические смеси. При изучении микротвердости сплавов получены несколько рядов значений (Таблица).

На основании результатов ДТА, РФА, МСА и определения микротвердости, построена диаграмма состояния системы HoTe-In (Рисунок).

Как видно из рис., ликвидус разреза состоит из ветвей первичной кристаллизации HoTe, HoIn, Ho_3In_5, $HoIn_3$. Согласно триангуляции тройной системы Ho-In-Te, HoTe-In пересекает поля четырех подчиненных систем: HoTe-HoIn-InTe, HoIn-InTe-Ho_3In_5, Ho_3In_5-InTe-$HoIn_3$ и $HoIn_3$-InTe-In поэтому диаграмма состояния их состоит из четырех частей.

Ликвидус части разреза, проходящей через тройную систему HoTe-HoIn-InTe состоит из двух ветвей первичной кристаллизации фаз: HoTe и HoIn, пересекающих при 900 К и 57 мол. % In, где начинается их совместная кристаллизация. С понижением температуры в интервале концентраций 0-64 мол. % In наблюдается вторичная кристаллизация HoIn и HoTe. Последний при температуре 700К вступает в реакцию с жидкостью и по четырехфазной реакции ж+HoTe ↔ $HoInTe_2$ (s) + HoIn образуется инконгруэнтное соединение $HoInTe_2$. С дальнейшим понижением температуры, некоторое время сосуществуют ж+ HoIn+$HoInTe_2$ и, наконец все сплавы подчиненного треугольника HoTe-HoIn-InTe заканчивают кристаллизацию по эвтектической схеме при температуре 475К, что на диаграмме отражается изотермической линией при температуре 475К:

$$ж \leftrightarrow HoIn + InTe + s\ (HoInTe_2)$$

Часть разреза в интервале концентраций 65-75 моль% In пересекает вторичную тройную систему HoIn-InTe-Ho_3In_5. В сплавах подчиненной системы протекает только эвтектический процесс. Затвердевание сплавов в указанном интервале концентраций окончательно завершается при 575 К по реакции:

$$ж \leftrightarrow InTe + HoIn + Ho_3In_5$$

Результаты ДТА и микротвердости сплавов системы HoTe – In (Таблица).

Состав, мол. %		Термические эффекты нагревания, К	Микротвердость, кГ/мм2					
HoTe	In		I фаза HoIn	II фаза HoTe	III фаза InTe	IV фаза Ho_3In_5	V фаза $HoIn_3$	VI фаза In
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	-	1640		130				
90	10	700, 900	229	130				
82,5	17,5	700, 900	230	130				
80	20	700, 900	229	130				
70	30	700, 900, 1220	229	130				
67,5	52,5	700, 900, 1175	229	130				
65	35	475, 700, 900, 1160	229	130	96			
60	40	475, 700, 900, 1100	229	130	97			
55	45	475, 700, 900, 1050			96			
50	50	475, 700, 900, 1000			96			
45	55	475, 700, 900, 950			96			
40	60	475, 700, 880, 950			96			
37	63	475, 700, 1010			96			
35	65	475, 1060			96			
53,5	66,5	650, 1075			Эвтект.			
52	68	575, 975			96			
30	70	575, 625, 725			96	34		
28	72	575, 700			96	35		
27	73	570, 700			96	30		
25	75	500, 700				34	50	
24	76	500, 625, 760				34	50	
21	79	500, 675, 1100				34	50	
20	80	725, 1150				34	52	
18	82	650, 715, 1100					50	
15	85	645, 700, 1015					50	
14	86	650, 680, 975					50	
10	90	433, 600, 850						
7,5	92,5	433, 600						
5	95	433, 600						
2,5	97,5	433, 600						
0,0	100	433						

Третья часть разреза пересекает вторичную систему Ho_3In_5-InTe-$HoIn_3$. Во всех сторонах этой подчиненной системы (Ho_3In_5-InTe, $HoIn_3$-InTe, Ho_3In_5+$HoIn_3$) протекает эвтектический процесс, поэтому система Ho_3In_5-InTe- $HoIn_3$ характеризуется наличием одной нонвариантной эвтектической точки:

$$ж \leftrightarrow InTe+Ho_3In_5+HoIn_3$$

Эвтектическая реакция протекает при 500К.

Наконец, часть разреза пересекает поля вторичной системы $HoIn_3$-In-InTe. В этой части разреза в интервале концентраций 92-97,5 моль% In при температуре 750К протекает монотектический процесс, поэтому диаграмма этой части осложняется. С понижением температуры совместно кристаллизуется $ж_2$, In_9Te_7 и $HoIn_3$. В интервале концентрации 80-88 мол. % In и температуре 650К протекает перитектическая реакция образования In_9Te_7. Затвердевание сплавы этой тройной системы при температуре тройной эвтектики 400К по реакции:

$$ж \leftrightarrow In_9Te_7 + HoIn_3 + In$$

Растворимость на основе исходных компонентов практически не установлена.

Таким образом, построена диаграмма состояния системы HoTe-In, установлено,что она является неквазибинарным сечением тройной системы Ho-In-Te.

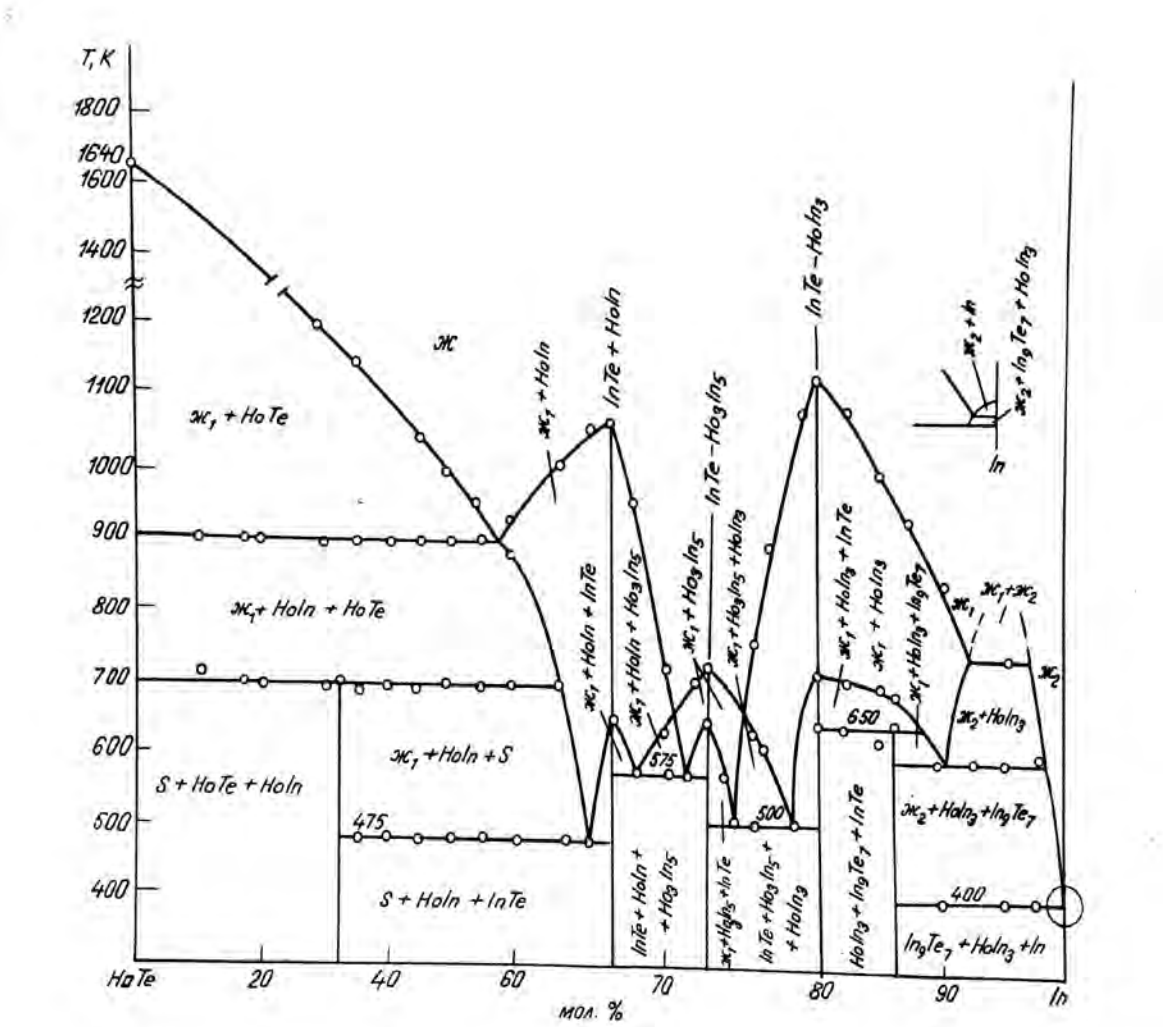


Рис. Диаграмма состояния системы HoTe-In.

Список литературы

1. Горбов А. И. Гольмий. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.).-СПб., 1890-1907
2. Kul, M. (Hydrometallurgical Treatment of Beylikahır Rare Earth Preconcentrate, Doktora Tezi, Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Türkiye. 2003
3. Редкоземельные полупроводники. Библиографическая информация/ под. ред. В.П.Жузе.- Л. : Изд-во АН СССР, 1974, 1, 15
4. A.B. Agaev, P.G. Rustamov, D.A. Akhmedova, HoTe-InTe System, Russian Journal of Inorganic Chemistry, 32 (4):1030-1032, 1987. Moscow
5. A.B. Agaev, P.G, Rustamov, D. A. Akhmedova, Phase-Equilibia In The HoIn-InTe System, Inorganic Materials, 23 (11):1694-1696, 1987, Moscow
6. A.B. Agaev, D. A. Akhmedova and P.G. Rustamov, Sistema In_2Te_3-HoTe, Akademiia Nauk Azerbaidzhanskoi SSR, Doklady, Elm Baku, XLIV, (8):39-42, 1988

7. D.A. Akhmedova, Agaev, A.B., Rustamov, P.G., In_2Te_3-Ho_2Te_3 Systems, Inorganic Materials, 28 (9):1625-1626, Sep, 1992, Moscow, Russia
8. A.B. Agaev, Dzh. A. Akhmedova, P.G. Rustamov, Phase Formation in the Ho-In-Te System and Projection of Liquidus Surface, Russian Journal of Inorganic Chemistry, 38 (2):344-348, 1993, Moscow, Russia
9. Жузе В.П., Усенкова Е.И. Библиография по термоэлектричеству. Л.: Изд-во АН СССР, 1963, 86 с.
10. Заргарова М.И., Абилов Ч.И., Аждарова Д. С., Ахмедова Дж. А. Неорганические вещества, синтезированные и исследованные. в Азербайджане. Справочник.Баку, ЭЛМ, 2001
11. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочних. Под ред. Лякишева Р.П.М.Машиностроение, 3, 1997, 994 с.
12. Flahaunt J., Laurelle P., Pardo M.P., Guittard M. les Sulfures, Seleniures et Tellurures L2X3 des Terres Rares, d'yttrium et de scandium orthorhombique du type. BullSoc.Chem.France. 1965, 5. p.1399-1404
13. Ярембаш Е.И., Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных элементов. М.: Наука, 1975, 256 с
14. Физическая свойства хальколантанидов редкоземельных элементов. Под.ред.Жузе Жузе В.П., Л .Наука. 1973, 304 с

ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМЕ Sb_2Se_3-TmSe

[1]А.В. Джафарлы., [1]Ф.М. Садыгов., [1] С.Г.Мамедова, [1]Е.К. Джафарова., [2]Дж. А.Ахмедова (Ceyran Ahmedova)

[1]Бакинский Государственный университет, химический факультет, кафедра общей и неорганической химии, Азербайджан
[2]Адыяманский Государственный университет, факультет искусств и наук, кафедра химии, Турция

Комплексами методов физико-химического анализа исследована система Sb_2Se_3-TmSe и построена диаграмма состояния данного разреза. Устоновлено, что в системе образуются два соединения: $TmSb_4Se_7$, $TmSb_2Se_4$. В системе обнаружена область твердых растворов на основе Sb_2Se_3.

Ключевые слова: фазовая диаграмма, мнкротвердость, ликвидус.

Известно, что халькогениды сурьмы и бисмута, а такие редкоземельных элементов обладают ценными электрофизическими и полупроводниковыми свойствами и применяются в качестве термоэлектрических материалов. [1-3]. Поэтому исследование характера химического взаимодействия в системе TmSe-Sb_2Se_3 имеет научный и практический интерес.

Сесквиселенид сурьмы является конгруэнтно плавящемся соединением, кристаллизуется в ромбической сингонии с параметрами элементарной ячейки: a=11,62; b=11,7; c=3,96 Å, относится к пространственной группе Phnm-D_{2n}, является полупроводником n-типа, при комнатной температуре имеет ширину запрещенной зоны-ΔE=1¸1,2эВ. Термо э.д.с. Sb_2Se_3 составляет +1200 мкВ/град, электропроводность равно ~10-6 Ом/см [4, 5].

Моноселенид тулия плавится конгруэнтно при 2100^0C, кристаллизуется в кубической сингонии структурного типа NaCl и длиной ребра a=5,629 Å, пр. гр. Fm3m

Исследование фазового равновесие в системе проводили методами физико-химического анализа в том числе дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов,а также измерением микротвердости и плотности. Для синтеза образцов системы использовали сурьму и селен марки В-4 тулий-Tm-0.

Сплавы системы приготовлены из лигатур Sb_2Se_3 и TmSe. Лигатуры в свою очередь синтезированы однотемпературным ампульным методом. Для ускорения реакции тулий измельчают до мелкой стружки. Все их характеристики совпадали с литературными данными. Синтез сплавов системы Sb_2Se_3-TmSe проводили при

температуре 1200^0C в течении 8-12 ч.с последующим медленным охлаждением в режиме выключенной печи.

Для достижения гомогенизации сплавы после синтеза отжигали при температуре на 50-100 градусов ниже солидуса в течение трех недель. Затем образцы подвергались длительному физико-химическому исследованию.

DTA сплавов проводили на приборе НТР-73 и BDTA-8M_2 в инертной атмосфере с использованием W-W/Re термопар в откачанных до 0,133 Па. Скорость нагревания для НТР-73-15К/мин, а для BDTA-8M_2-45К/мин. Все наблюдаемые эффекты были эндотермическими и обратимыми.

МСА проводили на приборе марки-МИМ-7 и при исследовании использовали травитель 50 мл концентрированной H_2SO_4+10 г $K_2Cr_2O_7$+200 мл воды.

Микротвердость образцов измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузке 10, 15, 20 г в зависимости от состава. При измерении микротвердости травленных шлифов получено четыре ряда значений: значение 1560÷1650 МПА соответствует α-твердому раствору на основе Sb_2Se_3, 2680 и 2150 МПА отвечают тройным фазам $TmSb_4Se_7$ и $TmSb_2Se_4$ а значение 3400 МПА относится к соединению TmSe.

РФА проводили на дифрактометре DPOH-2. Результать РФА приведены в виде штрихдиаграмм (рис 1.). Дифракционные линии, соответствующие $TmSb_4Se_7$ и $TmSb_2Se_4$ отличаются от линий исходных компонентов. Этот факт указывает наличие новых тройных соединений в системе.

Результаты термического анализа показывают, что за исключением эвтектических точек и сплава составом 33,3 мол. % TmSe на термограммах имеются два и более эффектов в зависимости от состава.

На основании общих результатов DTA, РФА, МСА, значений микротвердости и плотности построена диаграмма состоянии разреза Sb_2Se_3- TmSe (рис 2.).

В системе образуются два соединения $TmSb_4Se_7$ и $TmSb_2Se_4$. Соединение $TmSb_4Se_7$ плавится с открытым максимумом при 995К, а $TmSb_2Se_4$ образуется по перитектической реакции: ж+γ- TmSe $\Leftrightarrow$ $TmSb_2Se_4$ (1025К).

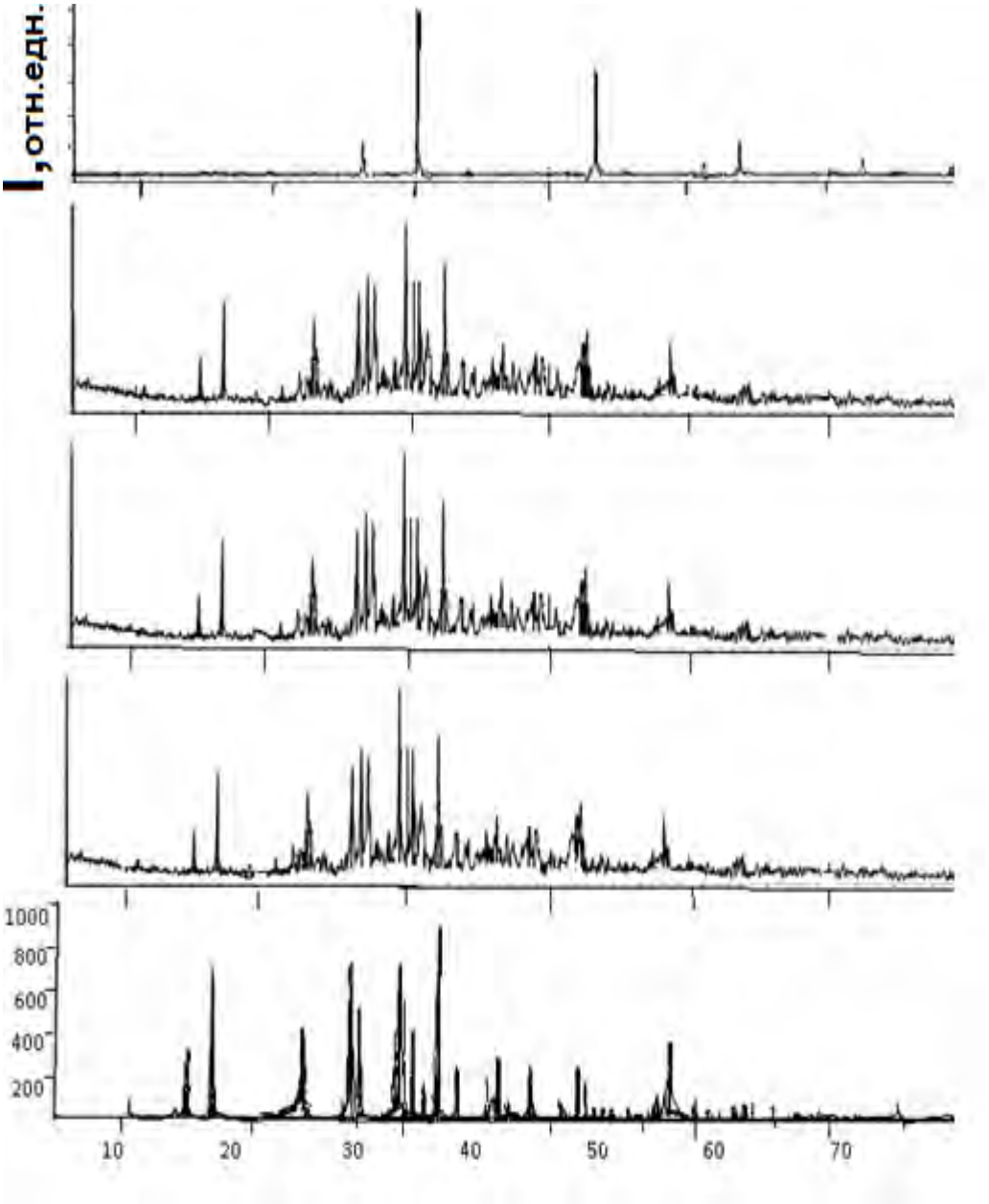


Рис.1. Штрихдиаграмма сплавов разреза Sb_2Se_3-TmSe.

1- Sb_2Se_3, 2 -30 mol. % TmSe, 3-33 mol. % TmSe, 4-40 mol. % TmSe, 5- TmSe

Соединение $TmSb_2Se_7$ имеет эвтектику как с $TmSb_2Se_4$ так и с Sb_2Se_3, координаты эвтектики: 43 мол. % TmSe, 845К и 17 мол% TmSe и 800К соответственно.

В результате DTA и РФА установлены две модификации для $TmSb_4Se_7$: низкотемпературная α- $TmSb_4Se_7$ и высокотемпературная β- $TmSb_4Se_7$.

Для определения области гомогенности вблизи Sb_2Se_3 синтезировали сплавы через 0,5 мол. % TmSe,затем отжигали при 400, 500, 650, 750К и закаляли в ледяной

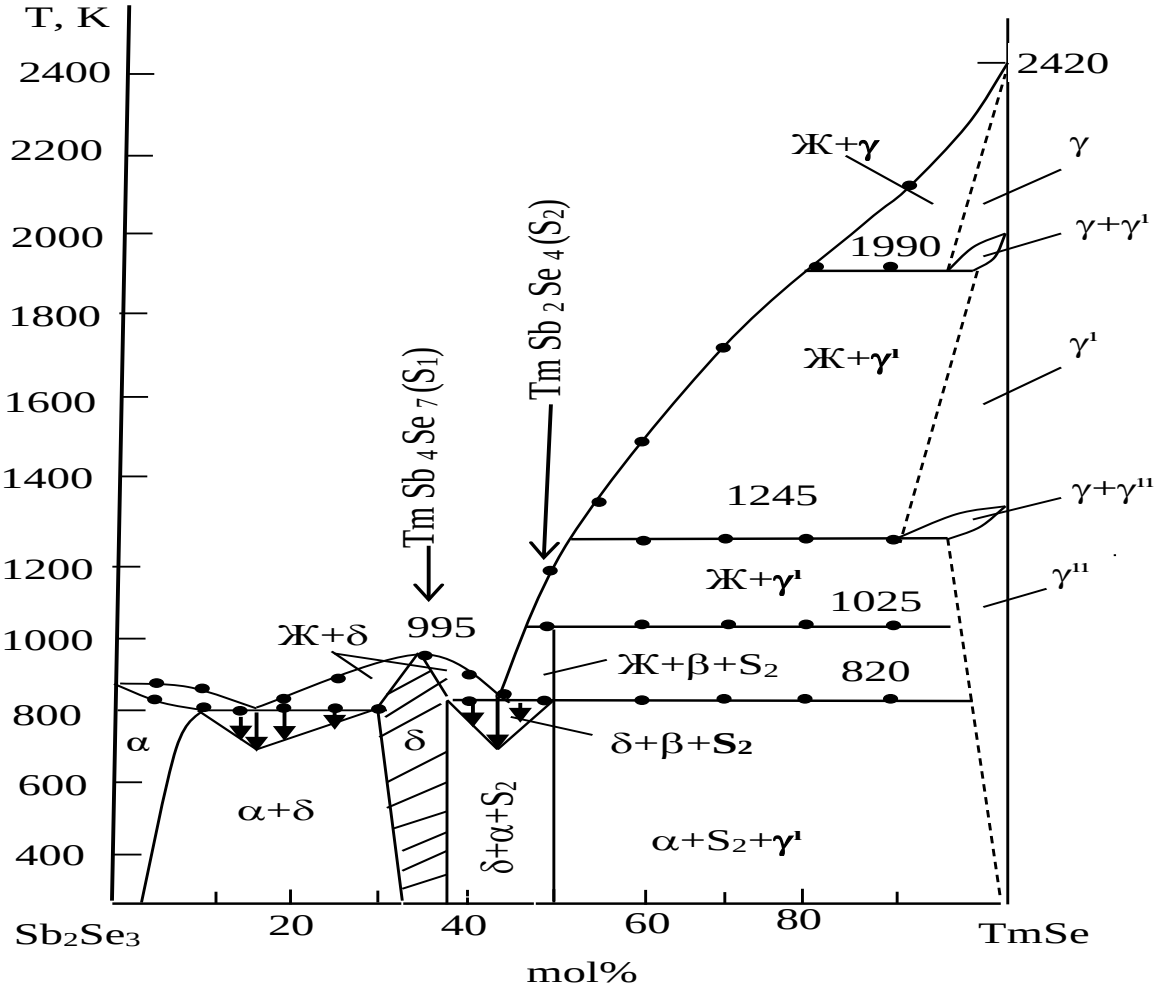


Рис. 2. Система Sb_2Se_3-TmSe

воде. На основании данных МСА установили, что растворимость на основе Sb_2Se_3 составляет 3 мол. % при 300К, а область гомогенности $TmSb_4Se_7$ 30-35 мол. % TmSe.

Литература

1. Абрикосов Н.Х. Банкина В.Ф, Поречкая Л.В и др, Полупровониковые халкогениды и сплавы на их основе. М. Наука 1975. с.220
2. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочних. Под ред. Лякишева Р. П. М. Машиностроение, 1997, 3, 994 с.
3. Елисеев А.А., Ярембаш Е.И. Новая фаза в селенидах редкоземельных металлов подгруппы церия. Изв. АН СССР, Неорган.материалы, 1967, 3, №8, с.1487-1489

4. Заргарова М.И., Абилов Ч.И., Аждарова Д. С., Ахмедова Дж. А. Неорганические вещества, синтезированные и исследованные. в Азербайджане. Справочник. Баку, ЭЛМ, 2001

5. Zelenina L.N., Chusova T.P., Vasilyeva I.G. Thermodynamic investigation of the phase formation processes in the systems $LnSe_2$–$LnSe_{1.5}$ (Ln = La, Ce, Pr, Nd). J. Chem. Thermodyn., 2013, 57, p.101

FLOW ANALYSIS OF H-DARRIEUS TURBINE

H-DARRİEUS TÜRBİNİNİN AKIŞ ANALİZİ

Ertuğrul ŞEKEROĞLU, Bülent YANIKTEPE , Coşkun ÖZALP

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühedislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Osmaniye, Türkiye

Özet

İçinde bulunduğumuz yüzyıla kadar dünya sanayi teknoloji ve nüfus olarak sürekli büyümüştür ve büyümeye de devam etmektedir. Bu büyümeye bağlı olarak insanların enerji ihtiyacı ve talebi de artmaya devam etmektedir. Bu durumda enerjide bağımsızlık dünya üzerinde bir güç simgesi olarak görülmektedir. 20. yüzyıldan 21. yüzyıla kadar enerji üretiminde fosil yakıtlar oldukça önemliydiler ki halada kullanılmaya devam edilmektedir. Diğer taraftan enerji talebinin artması, fosil yakıt rezervlerinin azalması, çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlardan dolayı farklı enerji yöntemleri için araştırmalar başlamış ve son on yılı aşkın süredir yenilenebilir enerjiye olan ilgi artmaktadır. Yenilenebilir enerjiye olan ilginin artmasının en önemli sebepleri ise çevreye ve insan sağlığına hiçbir zararının olmaması, ayrıca sürekli enerji üretme potansiyeli olmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgâr, güneş, barajlar, akarsu, gel-git ve jeotermal kaynaklar olarak sınıflandırılabilirler. Bu çalışmada rüzgâr ve hidrolik enerji üzerine yoğunlaşılmıştır ve bu iki kaynakta ortak olarak kullanılan türbinler sayesinde akışkan hava veya akışkan su ortamındaki kinetik enerjiden faydalanılarak enerji dönüşümleriyle elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, H-Darrieus (Dikey Eksenli) rüzgâr türbininin su ortamında kullanılması üzerine hesaplamalar ve akış analizleri yapılmıştır. Akış analizlerinde farklı Reynolds sayılarında ve farklı azimut açılarında türbin arkasında oluşan akış bölgesi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Hidrolik Enerji, Darrieus Su Türbini

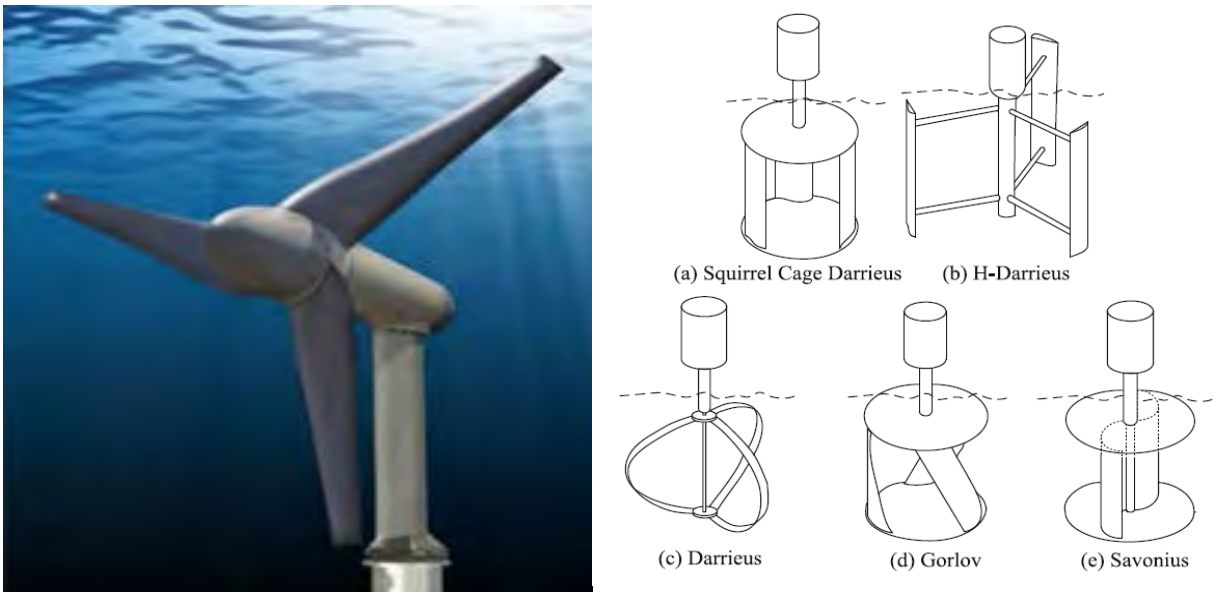
Abstract

Until the present century, the world industry has continuously grown and continues to grow as technology and population. As a result of this growth, the energy demand and demand of people continue to increase. In this case, independence in energy is seen as a symbol of power on earth. From the 20th century to the 21st century, fossil fuels were very important in energy production, which is still being used. On the other hand, due to the increasing energy demand, the decrease in fossil fuel reserves, and the damages to the environment and human health, researches have started for different energy methods and interest in renewable energy has been increasing for the last ten years. The most important reasons for the increase in interest in renewable energy is that it has no harm to the environment and human health and also has the potential to generate energy continuously. Renewable energy sources can be classified as wind, solar, dams, rivers, tides and geothermal resources. In this study, wind and hydraulic energy have been focused on and thanks to the turbines commonly used in these two sources, electricity is produced by energy conversion by making use of kinetic energy in fluid air or fluid water environment. In this study, calculations and flow analyzes were performed on the use of H-Darrieus (Vertical Axis) wind turbine in water environment. In flow analysis, the flow region behind the turbine at different Reynolds numbers and different azimuth angles was examined.

Keywords: Energy, Renewable Energy, Hydraulic Energy, Darrieus Water Turbine

1. GİRİŞ

Günümüz dünyası sanayi, teknoloji ve nüfus olarak artan bir hızla gelişmeye devam etmektedir. Bu hızlı artışa bağlı olarak insanların enerjiye olan talebi ve ihtiyacı da doğru orantılı artmaktadır. Artan talebi dışa bağımlı olmadan karşılayabilmek ya da dışa bağımlılığı en düşük seviyede tutabilmek çok önemlidir ve bu bağımsızlık dünya ülkeleri arasında sosyal ve ekonomik bir güç simgesi olarak görülmektedir. Günümüze kadar olan uzun bir periyotta fosil kökenli yakıtların enerji üretiminde kullanımı çok önemliydi ve hala kullanılmaya devam edilmektedir ancak artan enerji talebiyle, fosil kökenli yakıt rezervlerinin azalması, çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlardan dolayı farklı araştırmalara gidilmiş olup son on beş yıldır yenilenebilir enerjiye olan ilgi oldukça artmıştır. Bu artan ilginin sebebi yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye ve insanlara herhangi bir zararı olmadığı gibi sürekli enerji üretme potansiyeline sahip olmalarıdır. Bu enerji kaynakları isimlendirilecek ya da sınıflandırılacak olursa rüzgâr, güneş, barajlar, akarsu, gel-git ve jeotermal olarak isimlendirilebilir. Dünyada bu enerji kaynaklarından daha fazla ve daha verimli faydalanmak enerji üretimine katkısını artırmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır ayrıca yapılan çalışmalar desteklenmektedir. Türkiye kullandığı enerjinin büyük bir bölümünü yaklaşık % 70 gibi bir oranı ithal etmektedir. Kendine ait en büyük rezervleri de linyit ve taş kömürüdür. Bunları termik santrallerde enerji üretimi için kullanmaktadır. Ancak Türkiye de sanayi, nüfus ve teknoloji bakımından gelişmeye devam etmektedir ve buna bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır bu artışı karşılamak, dışarı bağımlılığı, en önemlisi çevre kirliliği ve insan sağlığına verilen zararı azaltmak için yeni enerji politikalarına ve yenilenebilir enerjiye yönelimi artmıştır. Bu nedenle yenilenebilir enerji alanındaki çalışmalar ve araştırmalar artmıştır. Bu bağlamda, Şekeroğlu, E. (2019), Türkiye Adana'daki sulama kanallarında kullanılması amacıyla 2.2 – 2.5 m/s arasındaki serbest akış hızlarında 5 kW'lık güç üretmesi için üç kanatlı Darrieus türbin hesabını, tasarımını ve akış analizlerini yapmıştır. Yanıktepe, B. vd. (2017), Türkiye'de güneş enerjisi üretimini ve ekonomik değerlendirmesini günlük güneş ışınımı ve 3 yıl boyunca ölçülen ortalama sıcaklık verilerini analiz etmişlerdir. Çalışmalarında, elektrik üretiminde 1 MW kurulu güce sahip bir elektrik santraline bağlı fotovoltaik (PV) tabanlı bir ızgara kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmalar ve hesaplamalar sonucunda Osmaniye'nin elektrik üretimindeki PV yatırımı için önemli bir bölge olduğunu göstermişlerdir. Buna ek olarak enerji üretiminde fosil yakıtların ve yenilenebilir enerji kaynakları ve sistemlerinin kullanımının geleceği hakkında da öngörüde bulunmuşlardır. Ayrıca Yanıktepe, B. vd. (2013), Türkiye Devlet Meteoroloji Servisi tarafından Ocak 2008 - Ağustos 2011 tarihleri arasında 44 ay süreyle toplanan 10 m yüksekliğindeki rüzgâr hızı, yönü ve akış zamanından oluşan rüzgâr verileriyle Weibull ve Rayleigh dağıtım yöntemlerini kullanarak Osmaniye'de rüzgâr enerjisi potansiyelini incelemiş ve bölgenin ilgili yatırımlar için uygun olup olmadığı hakkında bilgi vermişlerdir. Yenilenebilir enerjinin önemli bir yere sahip olması isminden de anlaşılacağı gibi doğada sürekli ve yeniden bir döngü halinde var olan fiziksel olayların sahip oldukları enerjilerden enerji elde edilebilemesidir. Bu kapsamda en sık kullanılan iki tanesi rüzgâr ve hidrolik enerjidir. Hidrolik enerjide genellikle suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesine izin verilir daha sonra türbinler vasıtasıyla bu kinetik enerjinin bir kısmından mekanik enerji elde edilerek alternatör vasıtasıyla elektrik üretimi gerçekleştirilir. Rüzgâr enerjisi içinde benzer mantıkla elektrik üretimi gerçekleştilir. Rüzgâr türbinlerinin sınıflandırılması rotorlarının yere göre konumuna bağlı olarak dikey eksenli rüzgâr türbini (DERT), ve yatay eksenli rüzgâr türbini (YERT) olarak yapılır. Dikey eksenli rüzgâr ve su türbinleri (DERT), ve yatay eksenli bir rüzgâr ve su türbini (YERT), Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Dikey eksenli rüzgâr ve su türbinleri (DERT), ve yatay eksenli bir rüzgâr ve su türbini (YERT) (Hall, T.J, 2012) ve Khan, vd. 2009)

Ayrıca Şekil 1'de dikey eksenli türbinlerin farklı tiplerinin görselleri verilmiştir. Bu türbinler; (a) Squirrel Cage Darrieus, (b) H-Darrieus, (c) Darrieus, (d) Gorlov ve (e) Savonius rotor türbinleridir. Literatür incelendiğinde dikey eksenli türbinler içinde Savonius ve Darrieus rotor tipi türbinlerin kullanımı yaygındır (Demircan, E., 2014). Literatürdeki dikey eksenli türbinler için yapılan çalışmalar incelendiğinde Hall (2012)'de yapmış olduğu çalışmada, Reynolds Ortalama Navier Stokes denklemlerini ve üç boyutlu kayan ağ tekniğini CFHT (Çapraz Akışlı Hidrokinetik Türbin) modeline uygulayan sayısal bir simülasyon yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntem, Washington Üniversitesi bünyesinde yapılan küçük ölçekli deneylere karşı doğrulanmıştır ve bu yöntemin enerji yakalama verimliliği ve kanatlar üzerinde oluşan hidrodinamik kuvvetleri incelemek için kullanılabilir olduğu gösterilmiştir. Demircan (2014), çalışmasında nehir akımlarında kullanılmak üzere Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğini (HAD) kullanarak H-Darrieus Rotor tipi dikey eksenli su türbini tasarımı yapmıştır. HAD modellemesi için ticari Reynolds-Ortalamalı Navier Stokes çözücüleri olan Ansys Fluent ve CFX programlarını kullanmıştır. Yapmış olduğu İki boyutlu sayısal çözümü doğrulamak için, literatürde deneysel verisi olan dikey eksenli bir H-Darrieus su türbinini çalışmış ve farklı girdap modellerinin performansını incelemiştir. Ayrıca QBlade programını kullanarak üç kanatlı dikey eksenli H-Darrieus su türbini tasarlamış ve buradaki sonuçlar ile iki boyutlu sayısal modelleme ve deneysel sonuçları karşılaştırılmıştır. Li ve Calisal (2010), dikey eksenli türbinler üzerinde 3 boyutlu etkiler üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada dikey eksenli gel-git akım türbinini ve yeni geliştirilen girdap metodu kullanılmıştır. Güç çıkışı ve art izi bölgesi (ölü akış bölgesi) tahmin edilmesi üzerindeki etkileri özellikle analiz etmişlerdir. Üç boyutlu etkilerin yanı sıra, türbinin uç hız oranı ve kol etkileri arasındaki ilişkinin polinom formülünün bir analitik türevi ile kol etkilerini ölçmüşlerdir. Bachant ve Wosnik (2016), çalışmasında ölçek parametrelerini oluşturmak ve art izi bölgesi özelliklerini ve Reynolds sayısının performans üzerindekilerini araştırmak için büyük ölçekli bir laboratuvarda yüksek katılığa (solidity) sahip dikey eksenli çapraz akışlı türbin ile gerçekleştirmişlerdir. Çapraz akış türbinin performansının yaklaşık bir ortalama Reynolds sayısı chord (veter) uzunluğuna dayalı Re_{C_L}=2x10^5 veya rotor çapına dayalı Re_D=10^6, bir Reynolds sayısında aslında Reynolds'tan bağımsız hale geldiğini göstermişlerdir. Gunawan, vd. (2014), çalışmalarının öncelikli amacı, ülkenin deniz hidrokinematiğini ve geleneksel hidroelektrik kaynaklarını verimli bir şekilde geliştirmek ve kullanmaktır. Bu çalışmanın diğer bir amacı ise sayısal modelleme ve yerel su

operasyonlarında saha ölçümleri yoluyla cihaz dizileri ve bireysel operasyonların etkisini daha iyi anlatmaktır. Washington'un Yakima şehrindeki, Roza kanalında bir test bölgesinde hidrokinetik türbin uygulamasının etkisini incelemek için bir deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. H-Darrieus Türbinin Akış Dinamiği

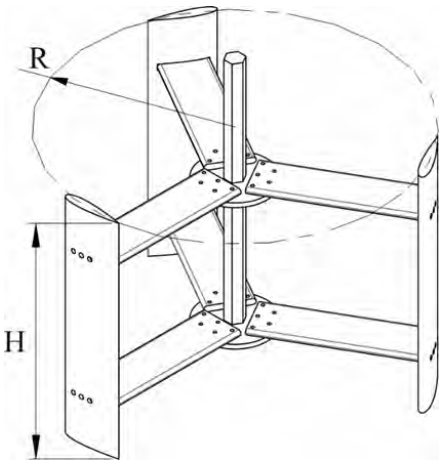
Bir hidrokinetik türbin tarafından herhangi bir akışkan ortamdan elde edilebilecek güç, birim zamanda türbin üzerinden geçen kinetik enerjiyle orantılıdır ve aşağıda verilen denklemle hesaplanır (Şekeroğlu, E. vd., 2019).

$$P = C_p \frac{1}{2} \rho A_{ref} {V_0}^3 \quad (2.1)$$

Cp türbinin güç katsayısı, ρ kullanılan akışın yoğunluğu, V_0 serbest akış hızı, A_{ref} türbin süpürme alanı R türbin yarıçapı ve H türbin kanat yüksekliğidir. Dikey eksenli türbin için A_{ref} aşağıdaki gibidir (Şekeroğlu, E. vd., 2019).

$$A_{ref} = 2RH \quad (2.2)$$

Düz kanatlı H-Darrieus türbini, rüzgâr ve su akışlarında kullanılan en basit dikey eksenli türbinlerdendir. Basit bir düz kanatlı H-Darrieus türbini Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Düz kanatlı H-Darrieus türbin (Şekeroğlu, E. 2019)

2.2. Türbin Hesabı ve Tasarımı

Bu deneysel çalışmada, 5 kW'lık bir türbin gücü ve 2,2–2,5 m/s arasındaki serbest akış hızı için üç kanatlı dikey eksenli bir Darrieus türbin hesabı ve tasarımı yapılmıştır. Bunun için sırasıyla gerekli sayısal hesaplamalar yapılarak 1/1 ölçekli türbine ait ölçüler belirlenmiştir. Bu ölçülere ait değerler Çizelge 2.1'de verilmiştir. Daha sonrasında ise deneylerde kullanılması amacıyla ¼ ölçeğinde küçültülerek model üretimi gerçekleştirilmiştir. Modele ait parametreler ise Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Türbin tasarım parametreleri (Şekeroğlu, E. 2019)

Kanat Profili	NACA0018
Veter Uzunluğu, C_L	20 cm
Kanat Kalınlığı, t	3,6 cm
Kanat Sayısı, N	3
Türbin Kanat Yüksekliği, H	80 cm
Türbin Yarıçapı, R	55 cm
Rotor Çapı	6 cm

Çizelge 2.2. Türbin modeli tasarım parametreleri (Şekeroğlu, E. 2019)

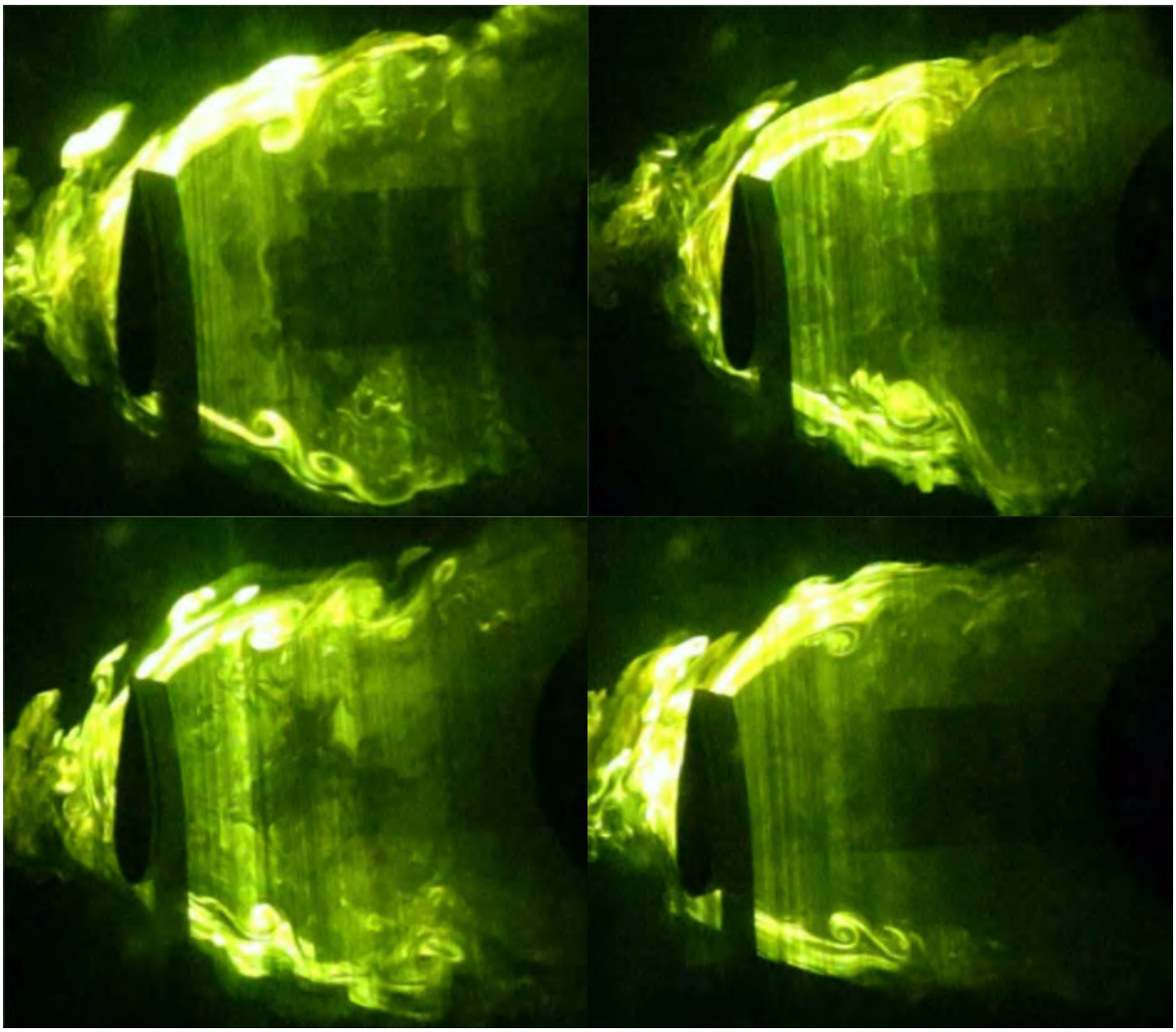
Kanat Profili	NACA0018
Veter Uzunluğu, C_L	5 cm
Kanat Kalınlığı, t	0,9 cm
Kanat Sayısı, N	3
Türbin Kanat Yüksekliği, H	20 cm
Türbin Yarıçapı, R	27,5 cm
Rotor Çapı	3 cm

2.3. Deneysel Sistemin Kuruluşu ve Deneyin Yapılışı

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi bünyesindeki ileri akışkanlar mekaniği laboratuvarındaki serbest yüzeyli akışa sahip su tüneli üzerine üretimi yapılmış olan model uygun pozisyonda yerleştirilmiştir. Su tüneli iki adet su deposuna sahiptir ve bu depolar arasında 6000x800x1000mm (uzunluk x genişlik x yükseklik) boyutlarında akrilik test bölgesi vardır. Su tüneli içerindeki akış hızı, frekans kontrol ünitesi yardımıyla farklı devirlerde dönebilen iki adet eksenel pompa ile ayarlanmıştır. Daha sonrasında bir referans kanat belirlenmiştir. İlk pozisyon olarak referans kanat akışı tam dik karşılayacak şekilde konumlandırılmıştır. Floresanlı özel bir boya olan rhodamine kullanılarak ve lazer yardımıyla boyanın parlaması sağlanarak görüntüler alınmıştır. Görüntüleri almak için CANON EOS M50 model dijital kamera kullanılmıştır. Reynolds 9000 için boya deneyleri yapılmıştır. İkinci pozisyon olarak ise türbinin azimut açısı 30° derece değiştirilerek referans kanat için boya deneyi tekrarlanmıştır. Böylece kanat etrafındaki ve arka bölgesindeki akış yapısı gözlemlenmiştir.

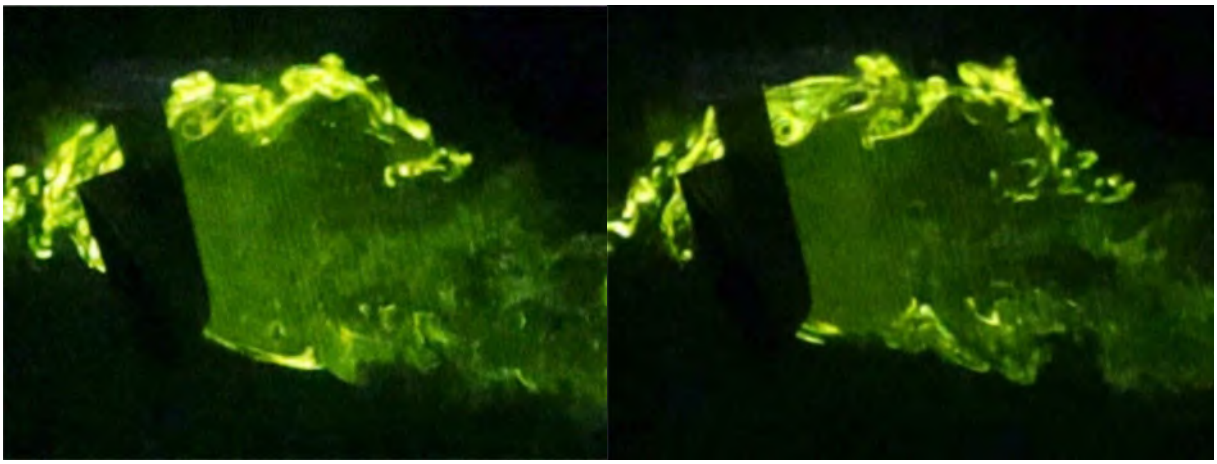
3. Bulgular Ve Tartışmalar

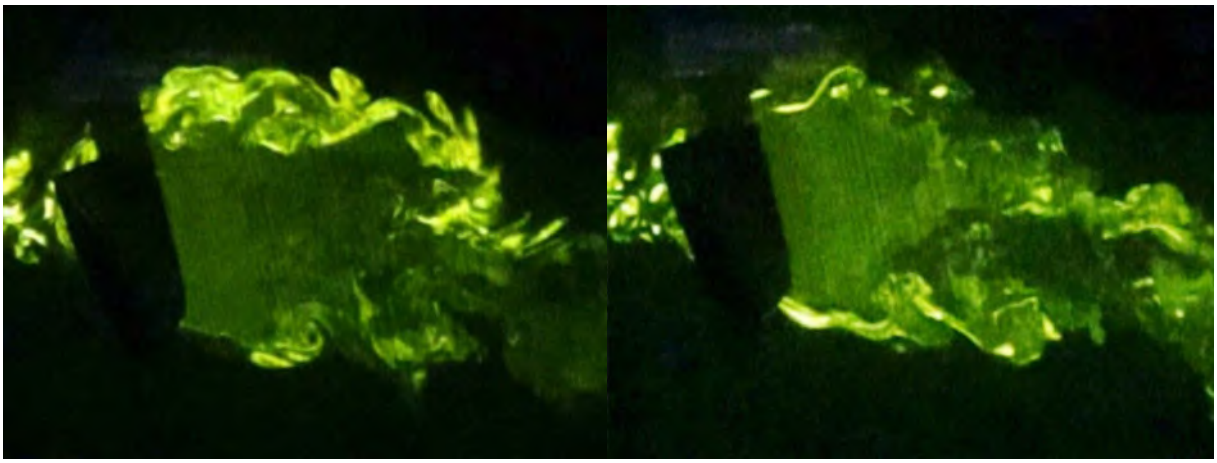
Bu çalışmada, dikey eksenli bir su türbinin boya deneylerine ait sonuçlar verilmiştir. İki farklı azimut açısında ve Re, 9000 sayısı için gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de Re=9000'e ait deneysel verilerin sonuçları verilmiştir. Türbin kanadının hücum acısı α=-2°'dir.



Şekil 3.1. Türbin referans kanadının akışa dik konumu için boya deneyi görüntüleri

Şekil 3.1 incelendiğinde türbin kanadı arkasındaki art izi bölgesinde girdapların oluşumu net bir şekilde gözlemlenmektedir ve girdaplar akış yönünde ilerleyerek kayıp olmaktadır. Kanadın keskin tarafında oluşan girdapların saat yönünde oluştuğu gözlemlenirken diğer tarafındaki girdapların saat yönünün tersine oluştuğu gözlemlenmiştir. /L=1 değerinde (L; türbin kanadı merkezinden akış yönündeki uzaklık) kanat art izi bölgesinde akışta durgunlaşma görülmektedir.





Şekil 3.2. Türbin referans kanadının azimut açısının 30° değiştiği konum için boya deneyi görüntüleri

Şekil 3.2 incelendiğinde ise yine türbin kanadı arkasındaki art izi bölgesinde girdapların oluşumu net bir şekilde gözlemlenmektedir. Şekil 3.1'deki art izi bölgesine göre buradaki art izi bölgesi daha bozulmuş bir yapıya sahiptir. Girdap oluşumları yine Şekil 3.1'de olduğu gibi keskin köşede saat yönüne iken diğer tarafta saat yönünün tersine olduğu görülmektedir. C_L/L=0,5 değerinde kanat art izi bölgesinde akışta durgunlaşma görülmektedir.

4. Sonuçlar

İki farklı azimut açısı ve Re, 9000 sayısı için boya yöntemi kullanılarak yapılan deneylerde türbin ve kanatları etrafındaki akışta meydana gelen değişimler incelenmiştir. Türbin ve kanatların pozisyonlarına göre girdap oluşma bölgelerinin, girdap yoğunluklarının ve girdap boyutlarının değiştiği gözlemlenmiştir. Girdapların kanat art izi bölgesinde akış yönünde belirli bir mesafeden sonra yok oldukları gözlemlenmiştir. Genel anlamda bu deney ilerleyen çalışmalarda Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçme (PIV) deneyi için görüntülerin hangi bölgelerden alınması gerektiği hakkında bilgi verebilmektedir.

5. Teşekkürler

Bu çalışma O.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından OKÜBAP-2019-PT3-015 proje numarasıyla desteklenmiştir ve TÜBİTAK TEYDEB tarafından 7170525 proje numarasıyla desteklenmiştir her iki kurumada desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca proje sahibi ECC Makina Kimya Enerji Sanayi ve Ticaret Limited Şirketine vermiş olduğu desteklerden dolayı teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

Bachant, P., Wosnik, M., Effects of reynolds number on the energy conversion and near-wake dynamics of a high solidity vertical-axis cross-flow turbine, Energies, 9(2), 1–18, (2016).

Demircan, E., "Hesaplamalı akışkanlar dinamiği kullanılarak nehir uygulamaları için dikey eksenli su türbini tasarımı ve analizi", Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1-57, (2014).

Gunawan, B., Roberts, J., Dallman, A., Neary, V., Grovue, S., Mortensen, J., Heiner, B., Field measurement test plan to determine effects of hydrokinetic turbine deployment on canal test site in Yakima, WA, USA, 2nd Marine Energy Technology Symposium, Seattle, 15-18 April 2014.

Hall, TJ., "Numerical simulation of a cross flow Marine Hydrokinetic turbine", Master of Science Thesis, Mechanical Engineering University of Washington, Washington, 1-95, (2012).

Khan, M. J., Bhuyan, G., Iqbal, M. T. and Quaicoe, J. E., "Hydrokinetic energy conversion systems and assessment of horizontal and vertical axis turbines for river and tidal applications", A technology status review, Applied Energy, 86(10), 1823–1835, (2009).

Li, Y., Calisal, S. M., Three-dimensional effects and arm effects on modeling a vertical axis tidal current turbine, Renewable Energy, 35(10), 2325–2334, (2010).

Şekeroğlu, E., "Akarsu Uygulaması İçin Bir Dikey Eksenli Su Türbininin Akış Ve Güç Parametrelerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Osmaniye, 1-85, (2019)

Şekeroğlu, E., Yaniktepe, B., ve Ozalp, C., "Dikey Eksenli Bir Su Türbininin Akış Analizi", II. International Turkish World Engineering and Science Congress, 7-10 Kasım 2019.

Yaniktepe, B., Kara, O. and Ozalp, C., "Technoeconomic evaluation for an ınstalled small-scale photovoltaic power plant", International Journal of Photoenergy, Article ID 3237543, 1–7, (2017).

Yaniktepe, B., Koroglu, T. and Savrun, M. M., "Investigation of wind characteristics and wind energy potential in Osmaniye, Turkey", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 21, 703–711, 9, (2013).

CLASSIFICATION OF CHRONIC KIDNEY DISEASE BY MACHINE LEARNING METHODS

Merve GÜLLÜ[1], Hüseyin POLAT[2]

[1]RA, Gazi University, Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, Ankara, Turkey

[2]Assoc. Prof., Gazi University, Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, Ankara, Turkey

Abstract

Chronic kidney disease is the most common form of kidney disease and is a general definition for heterogeneous diseases that affect kidney structure and functioning. It is more common in poor countries around the world and 8-16% of the world's population suffers from this disease. If the disease is diagnosed early, its progression can be prevented or slowed down. In our study, chronic kidney disease classification was made by using data mining algorithms. The missing data in the data set was tested by different methods and its effect on success was examined. The study was performed using machine learning algorithms and 250 patients and 150 healthy individuals were used and the highest accuracy was found to be 99,2481%. The results of the study show that the proposed system can be used in the diagnosis of chronic kidney disease.

Keywords: Machine Learning, chronic kidney disease, classification

Introduction

Chronic renal failure is a disease that is becoming widespread in our country, starting with the decrease in urine concentration and triggering diseases that may affect all organs, threatening life, causing significant loss of labor and various complications and affecting all age groups. (Senturk, 2000) (Andrew S Levey, 2012) (Yellow, 2015) (Luigi Iorio, 2005) (Giovana Rossato, 2019). It occurs when there is a significant decrease in renal function or glomerular filtration rate and may cause complications such as anemia, high blood pressure, bone disease, heart and blood vessel diseases. Rise in blood urea nitrogen and creatinine levels or decrease in creatinine clearance can make the diagnosis of renal failure but not sufficient for the diagnosis of chronic kidney disease. The most commonly used method in the diagnosis of chronic renal failure is to show that the kidneys are small. Although there is chronic renal failure in amyloidosis, diabetic nephropathy, hydronephrosis, polycystic kidney disease and infiltrative diseases of the kidney, the kidneys may not shrink. If the kidneys are small, regardless of the original kidney disease in chronic renal failure, histological examination is insufficient to provide information about the original kidney disease except amyloidosis; therefore, the diagnosis is quite difficult (Yalçın & Akpolat). The biggest problem that can be encountered in chronic kidney disease which cannot be detected is renal failure and renal function loss which may cause dialysis or renal transplantation. However, early deaths may also occur due to cardiovascular diseases. In the early stages of chronic kidney disease, decreased renal function leads to higher adverse outcomes such as cardiovascular disease and premature death (Levey, 2005) (Luigi Iorio,

2005). If early diagnosis is provided, it may increase the patient's chances of survival and improve the quality of life (Andrew S Levey, 2012). Apart from the physical effects of chronic renal failure that affect the patient, there are also social, economic and psychological effects such as low level of morale that affects patients and their relatives in a psychological sense, life-dependent dependence on the stage of the disease, economic effects of the treatment process (Sarı, 2015). Chronic kidney disease is an important disease due to the life-threatening and high cost of treatment and the sooner it is diagnosed, the lower the risk of organ loss and life-threatening. Treatment modalities for chronic kidney disease may slow down development and progression, reduce complications of glomerular filtration rate (GFR) and reduce the risk of cardiovascular disease. This can increase the patient's chance of survival and improve the quality of life (Andrew S Levey, 2012).

Data mining methods have been used in many health fields such as breast cancer (Joshi J, 2014), liver disease (S., 2014), sickle cell disease (SolankiA.V., 2014), leukaemia disease (David S. K., 2013) and high accuracy has been achieved in the classification. In their recent studies, researchers have discussed the use of data mining techniques for the detection of chronic kidney disease. They classify chronic kidney disease by using algorithms such as artificial neural networks, naive bayes, Support Vector Machine (SVM), Conjuctive rule, j48, decision table, adaboost, bagging, random subspaces (Chetty, 2015) (S, 2015) (Kunvar, 2016).

In this study, we examined the effect of different solutions on the success of data preprocessing while using data mining techniques. Our workflow is the analysis of the data set, data preprocessing stages, application of data mining techniques and conclusion section.

Materials and Methods

The raw data set used in our study was obtained from the 'UC Irvine Machine Learning Repository' database. The data set consists of 24 different values (11 quantitative and 13 qualitative) of 250 individuals with chronic kidney disease and 150 healthy individuals for the detection of chronic kidney disease. The data set contents are summarized in Table 1. Our study has focused on eliminating the deficiencies and errors in the dataset in order to obtain more accurate results in the detection of the disease. Thus, the accuracy of the diagnosis system has increased and which of the 24 features plays a more dominant role in the disease.

Table 1. Attribute Information

attribute name	abbreviation	Content
Age	age	numerical
blood pressure	bp	numerical
specific gravity	sg	(1.005,1.010,1.015,1.020,1.025)
Albumin	al	(0,1,2,3,4,5)
Sugar	su	(0,1,2,3,4,5)
red blood cells	rbc	(normal, abnormal)
pus cell	pc	(normal, abnormal)
pus cell clumps	pcc	(present, notpresent)
Bacteria	ba	(present, notpresent)
blood glucose random	bgr	numerical

blood urea	bu	numerical
serum creatinine	sc	numerical
Sodium	sod	numerical
Potassium	pot	numerical
Hemoglobin	hemo	numerical
packed cell volume	pcv	numerical
white blood cell count	wc	numerical
red blood cell count	rc	numerical
Hypertension	htn	(yes, no)
diabetes mellitus	dm	(yes, no)
coronary artery disease	cad	(yes, no)
Appetite	appet	(good, poor)
pedal edema	pe	(yes, no)
Anemia	ane	(yes, no)
Class	class	(ckd, notckd)

The first study on the data set was the determination of empty data. In the data set of 400 individuals in total, only 97 individuals were complete. When the data of individuals other than those were examined, it was found that a total of 1185 data were missing. In the data set we used, maximum 12 attributes belonging to an individual were found to be incomplete. Since it is thought that the absence of half of the 24 attributes may affect the accuracy of the system to be prepared, it is important to extract missing data or fill in the missing data. For this purpose, the data preprocessing in the study was extended with 2 main different ways. The first is to fill in the missing data and the second is to remove the missing data. The number and averages of the missing values of the attributes in the process of filling the missing data are examined and detailed in Table 2.

Table 2 Attribute null value count and average values in the data set

Feature short name	**empty data count**	**first operation average**	**Second operation average**	
			ckd	notckd
Age	9	51	54	46
Bp	12	76	79	71
Sg	47	1.020	1.010	1.020
Al	46	0	0	0
Su	49	0	0	0
Rbc	152	Normal	Normal	Normal
Pc	65	Normal	Normal	Normal
Pcc	4	Notpresent	Notpresent	Notpresent
Ba	4	Notpresent	Notpresent	Notpresent
Bgr	44	148	175	107
Bu	22	57	72	32
Sc	59	3.07	4.41	0.869
Sod	88	137	133	141
Pot	136	4.627	4.878	4.338
Hemo	105	12.52	10.648	15.188

Pcv	72	38	33	46
Wc	108	8406	9069	7705
Rc	154	4.70	3.945	5.379
Htn	2	No	Yes	No
Dm	2	No	Yes	No
Cad	2	No	No	No
Appet	1	Good	Good	Good
Pe	1	No	No	No
Ane	1	No	No	No
Classification	0	-	-	-

Our data set consists of a total of 9600 (400 X 24) data with 1185 missing data and 8415 valid data values. When Table 2 is examined, when the missing values are evaluated from the attribute values of 400 individuals, the highest missing data value is 154 with the rc (red blood cell count) attribute, rbc (red blood cells), pot (Potassium), wc (white blood cell count), hemo (Hemoglobin) values. Ane, pe, appetizer, cad, dm, htn, pcc and ba of attributes can be omitted in the data filling process due to lack of missing data amount. In our study, filling of these attributes in null values was performed.

The missing data completion process of our study consists of two different methods. The first of these is to examine the distribution of the attribute on the data set and to average it and write the average value with null values. Table 2 presents the attributes and their average values. The second method for completing the missing data was the average of attributes according to class information. In our data set, there are two classes as ckd (with chronic kidney disease) and notckd (without chronic kidney disease). Table 2 shows the average values of attributes in ckd and notckd class values.

The second main method of data preprocessing of our study, which contains the highest missing data values in Table 2 in the process of removing missing data, rc (red blood cell count), rbc (red blood cells), pot (Potassium), wc (white blood cell count), hemo (Hemoglobin) attributes were removed from the dataset. After subtracting these values, blank data was determined and extracted from the data set of up to 7 attributes belonging to an individual out of 19 attributes on the basis of information of individuals.

In our study, 6 different classification algorithms were used on the data formed after the data pre-processing step.

- Naive Bayes is an algorithm with a working method that calculates the probability of each state for an element and classifies it according to the highest probability value (Shuangshuang Cui, 2018). Although it is one of the traditional heuristic methods (Mitchell, 1999),it shows a competitive performance compared to modern classifiers in complex real situations (Baesens, 2003)

- The type of variable to be predicted is an algorithm that is widely used in categorical problems and shows high success. Logistic regression is based on a hypothesis that includes a logistic relationship between the probability of membership of a group and one or more predictive variables (Kiarash Ghazvini, 2019).

- The KNN classifier is widely used in pattern classification and machine learning. The KNN classifier uses K training samples closest to the test sample to classify. Because of the simplicity and high achievements of the classification rule, pattern is widely used in the fields of classification and machine learning (M. Govindarajan, 2010) (Yong Xu, 2013).

- The Hoeffding Tree algorithm is a decision tree classifier that works effectively on large data sets by reading each instance up to once and processing it at an appropriate time interval (Onan, 2015). The Hoeffding tree algorithm compares attributes better than other algorithms. In addition, memory consumption is less and offers improved usage with data sampling. The downside is that it spends a lot of time checking (Arvind Kumar, 2015).

- The J48 classifiers are widely used in the classification and decision-making processes to optimize the decision tree by utilizing Shannon's Informatin Theory. This is based on the entropy values of the variables (Haoyuan Hong, 2018) (Ranjit Panigrahi, 2018).

- Random forest is an algorithm that uses a separation and conquest approach where a group of weak learners consisting of pruned classification and regression trees formed by random selection of samples in educational data come together to form a strong learner (Arvind Kumar, 2015). In this model, the generalization error of classifiers is based on the individual strength of all trees and the correlation between these trees (Onan, 2015).

In our study, we used 7 performance measures such as accuracy, kappa, mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE), F-measure, recall and precision. Table 3 is a confusion matrix (Claude Sammut, 2011) prepared for performance criteria representation.

Table 3. Confusion Matrix

		Predicted	
		ckd	notckd
actual	ckd	TP	FN
	notckd	FP	TN

- Accuracy is defined as the percentage of correctly classified solutions and is the most commonly used structure for performance in classification problems (Xinyang Deng, 2016).

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + FN}$$

- Kappa statistic is a statistical method that measures the reliability of concordance between two or more observers (Cohen, 1960) (Zhao Yang, 2015). It takes a value between 0 and 1. As the value approaches 1, it indicates that the classification is meaningful. Pr (a) is the total proportion of the observations observed for the two evaluators, while Pr (e) is the probability that this fit will occur by chance (Kılıç, 2015).

$$Kappa\ statistic = \frac{\Pr(A) - \Pr(E)}{1 - \Pr(E)}$$

- Mean absoluate error (MAE) is the structure used to measure predictions that deviate from actual probability.

- Root Mean Frame Error (RMSE) is defined as the standard deviation of residues (prediction errors).

- Precision is the expression of the proximity of the measurements (Yaxin Bi, 2008).

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

- Recall is given as the average probability of complete retrieval (Yaxin Bi, 2008).

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

- F-measure is defined as the weighted harmonic mean of recall and precision.

$$Fmeasure = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

Table 4 Performance evaluation results of classifications using 6 different algorithms and 4 different data sets.

Performance Measures								
Raw data	Algorithm	Accuracy	Kappa	MAE	RMSE	F-Measure avg.	Precision avg.	Recall avg.
	Naive Bayes	95	0,8961	0,0479	0,2046	0,951	0,956	0,95
	Logistic	95,75	0,9102	0,044	0,2062	0,958	0,958	0,958
	Ibk	95,75	0,9113	0,045	0,2056	0,958	0,962	0,958
	hoeffing	95,75	0,9113	0,043	0,1943	0,958	0,962	0,958
	j48	99	0,9786	0,0225	0,0807	0,99	0,99	0,99

	random forest	95,5	0,905	0,045	0,1677	0,955	0,956	0,955
First op.	Naive Bayes	96,4912	0,9264	0,035	0,1784	0,965	0,968	0,965
	Logistic	96,7419	0,9308	0,0323	0,1788	0,968	0,968	0,967
	Ibk	99,2481	0,984	0,0139	0,0936	0,992	0,993	0,992
	hoeffing	92,9825	0,8555	0,0687	0,2541	0,931	0,941	0,93
	j48	98,2456	0,9625	0,0275	0,1323	0,982	0,982	0,982
	random forest	98,2456	0,9625	0,0428	0,1118	0,982	0,982	0,982
Second op.	Naive Bayes	97,25	0,9422	0,0261	0,1436	0,973	0,974	0,973
	Logistic	94,75	0,8896	0,0526	0,2282	0,948	0,95	0,948
	Ibk	98	0,9571	0,0238	0,1224	0,98	0,98	0,98
	hoeffing	94,25	0,881	0,0575	0,2313	0,943	0,95	0,943
	j48	96,5	0,9255	0,0464	0,1859	0,965	0,965	0,965
	random forest	98,25	0,9627	0,0532	0,1285	0,983	0,983	0,983
Data deletion op.	Naive Bayes	96,25	0,9213	0,0362	0,1787	0,963	0,966	0,962
	Logistic	97,995	0,9574	0,02	0,1411	0,98	0,98	0,98
	Ibk	93,23	0,8524	0,0589	0,2062	0,932	0,934	0,932
	hoeffing	93,73	0,8698	0,0615	0,2399	0,938	0,944	0,937
	j48	97,74	0,952	0,0378	0,1349	0,977	0,977	0,977
	random forest	99,248	0,984	0,0409	0,0968	0,992	0,993	0,992

When the success of the algorithm is examined according to the changing data;

• The Naieve Bayes algorithm shows the highest accuracy rate when the data is made according to the average values of the classes.

• Logistic algorithm provides 99,995 accuracy rate with the data obtained after data deletion.

• The KNN algorithm was successful in filling data with a general average of 99,2481 accuracy rate.

• Hoeffing tree algorithm did not increase the success value of all data preprocessing studies. The highest accuracy value was found in the study on raw data.

• The J48 algorithm was not able to demonstrate high success on raw data after data preprocessing steps.

• Random Forest algorithm has improved its success in all pre-processing steps. The accuracy rate of 99.248% presicion 0.993 and recall 0.992 was one of the algorithms that provided the highest success of our study.

Results and Discussion

It is very dangerous to give a healthy result to a sick individual and to give a healthy result to a healthy individual. Because health is very important for people, the success rate in such systems is always expected to be close to 100%. For this purpose, we wanted to increase our success in raw data by detailing the data preprocessing phase. When the results are examined, the success in raw data is generally increased after data filling process based on the average and the accuracy is highest in the KNN algorithm with 99,2481. It has been observed that the deletion performed instead of filling the blank data increases the success. The highest accuracy was obtained with Random Forest algorithm with 99.248 in the study step performed by deleting the data. It is thought that the results of the study will shed light on other studies to be conducted on the subject.

References

Andrew S Levey, J. C. (2012). Chronic kidney disease. *The Lancet Volume 379, Issue 9811*, 165-180.

Arvind Kumar, P. K. (2015). A Survey on Hoeffding Tree Stream Data Classification Algorithms. *CPUH-Research Journal*, 28-32.

Baesens, B. a. (2003). Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring. *Journal of the operational research society, Volume 54, Issue 6*, 627-635.

Chetty, N. V. (2015). Role of Attributes Selection in Classification of Chronic Kidney Disease Patients. *Computing, Communication and Security (ICCCS)*, 1-6.

Claude Sammut, G. I. (2011). *Encyclopedia of Machine Learning.* Springer.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ. Psychol. Meas., 20 (1)*, 37-46.

David S. K., S. A. (2013). Comparative Analysis of Data Mining Tools and Classification Techniques using WEKA in Medical Bioinformatics. *Computer Engineering and Intelligent Systems, 4(13)*, 28-38.

Giovana Rossato, C. V. (2019). Treatment of chronic hepatitis C in patients with chronic kidney disease with Sofosbuvir-basead regimes. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*.

Haoyuan Hong, J. L.-X. (2018). Landslide susceptibility mapping using J48 Decision Tree with AdaBoost, Bagging and Rotation Forest ensembles in the Guangchang area (China). *CATENA, Volume 163*, 399-413.

Joshi J, R. D. (2014). Diagnosis And Prognosis of Breast Cancer Using Classification Rules. *International Journal of Engineering Research and General Science,2(6)*, 315-323.

Kiarash Ghazvini, M. Y. (2019). Predictors of tuberculosis: Application of a logistic regression model. *Gene Reports, Volume 17*.

Kılıç, S. (2015). Kappa Test. *Journal of Mood Disorders*.

Kunvar, V. C. (2016). Chronic Kidney Disease Analysis Using Data Mining Classification. *6th InternationalConference - Cloud System and Big Data Engineering*, 300-305.

Levey, A. E. (2005). Definition and classification of Chronic Kidney Disease: A Position Statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)". *Kidney Interational*, 2089-2100.

Luigi Iorio, F. V. (2005). Temporary Dialysis Treatments for Heart Failure in Chronic Kidney Disease. *Seminars in Nephrology, Volume 25, Issue 6*, 408-412.

M. Govindarajan, R. C. (2010). Evaluation of k-Nearest Neighbor classifier performance for direct marketing. *Expert Systems with Applications, Volume 37, Issue 1*, 253-258.

Mitchell, T. M. (1999). Machine learning and data mining. *Communications of the ACM 42.11*.

Onan, A. (2015). Şirket İflaslarının Tahmin Edilmesinde Karar Ağacı Algoritmalarının Karşılaştırmalı Başarım Analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi, Volume: 8, Issue: 1*, 9-19.

Ranjit Panigrahi, S. B. (2018). Rank Allocation to J48 Group of Decision Tree Classifiers using Binary and Multiclass Intrusion Detection Datasets. *Procedia Computer Science, Volume 132*, 323-332.

S, V. &. (2015). Data Mining Classification Algorithms for Kidney Disease Prediction. *International Journal on Cybernetics & Informatics, volume 4*, 13-25.

S., D. (2014). Liver Disease Prediction Using Bayesian Classification. *4th National Conference on Advance Computing , Application Technologies*.

Sarı, Ö. (2015). Sosyal Boyutlarıyla Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY). *Bitlis Eren Üniversitesi Dergisi*, 71-80.

Shuangshuang Cui, L. Z. (2018). Using Naive Bayes Classifier to predict osteonecrosis of the femoral head with cannulated screw fixation. *Injury, Volume 49, Issue 10*, 1865-1870.

SolankiA.V. (2014). Data Mining Techniques using WEKA Classification for Sickle Cell Disease. *International Journal of Computer Science and Information Technology,5(4)*, 5857-5860.

Şentürk, A. L. (2000). Hemodiyalize Giren Kronik Böbrek Yetmezliği Olan Hastalarda Psikopatoloji. *O.M.Ü Tıp Dergisi*, 163-172.

Xinyang Deng, Q. L. (2016). An improved method to construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem. *Information Sciences, Volumes 340–341*, 250-261.

Yalçın, A. U., & Akpolat, T. (tarih yok). Kronik Böbrek Yetmezliği.

Yaxin Bi, J. G. (2008). The combination of multiple classifiers using an evidential reasoning approach. *Artificial Intelligence, Volume 172, Issue 15*, 1731-1751.

Yong Xu, Q. Z. (2013). Coarse to fine K nearest neighbor classifier. *Pattern Recognition Letters, Volume 34, Issue 9*, 980-986.

Zhao Yang, M. Z. (2015). Kappa statistic for clustered physician–patients polytomous data. *Computational Statistics & Data Analysis, Volume 87*, 1-17.

FARKLI BESİ ORTAMLARINDA ORGANİK SOLUCAN GÜBRESİ VE TORF UYGULAMALARININ *PLECTRANTHUS AMBOİNİCUS* (LOUR.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

[1]Prof. Dr. Turan YÜKSEK, [2]Arş. Gör. Türker OĞUZTÜRK
[3]Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI, [4]Feyzanur SOYYİĞİT, [5]Cansel DELİBAŞ

[1,2,3]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize

ÖZET

Gıda, tıbbi ve aromatik özellikleri bakımından önemli olan bitkilerin farklı besi ortamlarında gelişimlerinin izlenmesi ve değişik ekolojik ortamlara adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi sürdürülebilir bitki üretimi için son derece önemlidir. Bu amaçla tıbbi aromatik değeri oldukça fazla olan Afrika, Asya ve Avustralya'nın ılıman ikliminde doğal olarak yetişen Lamiaceae familyasına ait çok yıllık, etli yapraklara sahip ve tüylü bir bitki türü olan *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği) bitkisi çalışma materyali olarak seçilmiştir. Küba kekiği halk arasında soğuk algınlığı, kabızlık, astım, öksürük, cilt hastalıkları ve baş ağrısı gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmasının yanı sıra antimikrobiyal, antitümör, yara iyileşmesi ve antioksidan özellikleri gibi çeşitli tedavi özelliklerinden dolayı yüksek farmakolojik özelliğinin olduğu belirtilmektedir. Bitkinin bu özelliklerinin yanı sıra yapraklarının yenilebilir gıda özelliğinde olması ve görsel açıdan yüksek bir peyzaj değerine sahip olmasıdır. Küba kekiği bitkisinin iç ve dış mekân peyzaj uygulamalarında önemi ve kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmanın amacı farklı tip organik solucan gübresi ve torf uygulamalarının Küba kekiği bitkisinin gelişimi üzerindeki etkisinin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla, organik katı solucan gübresi, sıvı solucan gübresi ve torf karışımlarından oluşan besi ortamları ve 3 farklı boyutta (farklı hacimde) saksı kullanılmıştır. Farklı boyutlardaki saksılara torf+10 gr organik solucan gübresi+ 30ml sıvı solucan gübresi, torf+10 gr organik solucan gübresi+ 10ml sıvı solucan gübresi, torf+15 gr organik solucan gübresi+ 10ml sıvı solucan gübresi, torf+20 gr organik solucan gübresi+ 10ml sıvı solucan gübresi, torf+10gr katı solucan gübresi ve kontrol grubu olarak gübresiz (sadece torf) besi ortamlarında denemeler kurulmuş ve yapılan uygulamaların bitkinin büyüme ve gelişimi (yaprak yüzeyi, sürgün boyu, kardeş gövde sayısı ve gövde gelişimi, vb) üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda, en iyi gelişim 10 gram katı solucan gübresinin uygulandığı deneme ortamlarından elde edilmiştir. Saksı hacimlerine göre en iyi bitki gelişimi 450 cc hacmindeki saksıdan elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Organik solucan gübresi, *Plectranthus amboinicus,* saksı hacmi, torf, yaprak yüzey alanı, yaprak çevresi.

1. Giriş

1.1. Çalışma Materyalinin Seçimi

Dünya genelinde farklı amaçlar (beslenme, peyzaj, görsel kalite, toprak koruma, vb) için bitki tüketimi her geçen gün artmaktadır.

Bitkisel tüketimin artması sonucu üretim miktarının ve verimliliğin artırılması önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarımsal faaliyetler ve gübreleme insanlığın ilk çağlarından beri günümüze kadar gelmiş olan ve özünü koruyan en önemli uğraşlardandır. İlk

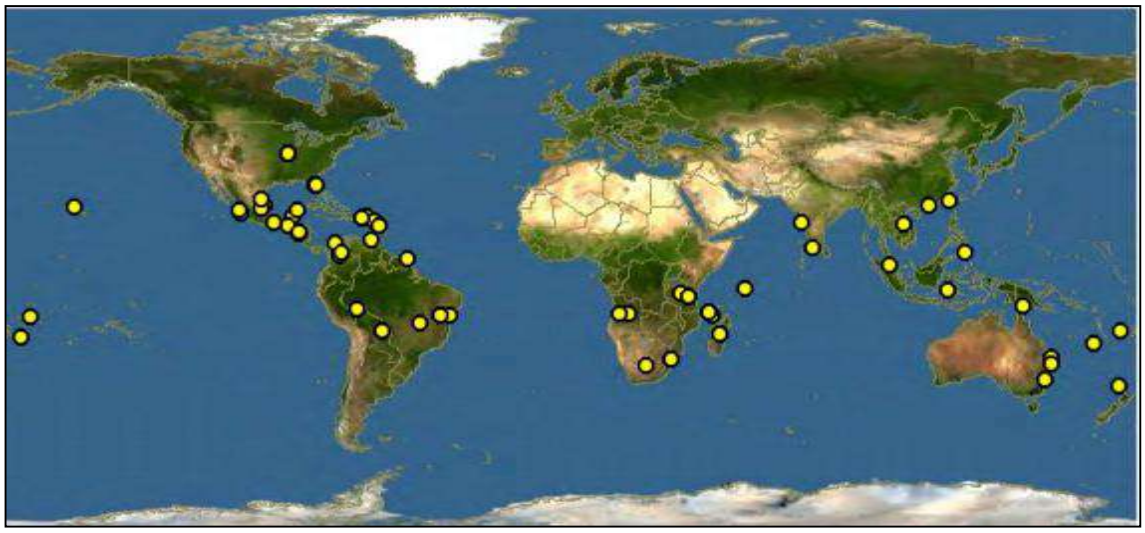
çağlarda sadece doğal hayvan gübresinin kullanıldığı tarım sektöründe sanayi devrimi ile suni gübrelerin kullanılması hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Yıllara göre artan kimyasal gübre kullanımı bir yandan toprak ve su kaynaklarının geleceğini ciddi bir şekilde tehdit ederken; diğer yandan ülke ekonomisi ve özellikle cari açık üzerinde çok ciddi baskı oluşturmaktadır (Yüksek vd., 2017). Gübrelerin ağırlıklı olarak kimyasal bileşimde olması bir yandan sürdürülebilir tarım, diğer yandan ürün kalitesi ve sağlığı ve nihayetinde tüketici sağlığı için ciddi bir tehdit unsuru haline gelmiştir. Kimyasal gübrelerin yapısı ve çevre için oluşturduğu risk değeri yanı sıra bitkisel üretim yapanların büyük bir kısmının gübrelemenin tekniğini (ne kadar gübre, ne zaman, nasıl ve ne şekilde, vb) bilmemesi bitkisel üretim sektöründeki sorunları daha da artırmaktadır. Yapılan bir araştırmaya göre sera üreticilerinin %48'i ilkokul seviyesinde eğitim sahip olduğu ve bu %48'lik oran içerisine giren bitki üreticilerinin büyük bir kısmının toprak analizi yaptırmadan gübre uyguladıkları ortaya konulmuştur(Atılgan vd., 2007).Yine yapılan araştırmaya benzer şekilde ülkemiz çay tarımıyla uğraşan çiftçilerin %90'nının gübre seçimini bilimsel kriterlerden uzak yaptığı, çiftçilerin %70'inin gübre uygulama dozu ve zamanını kendi kişisel tecrübelerine göre yaptığı belirtilmiştir (Yüksek vd., 2013). Bu kontrolsüz faaliyetler sonucu oluşan kirlilik doğrudan toprağa ve/veya su kaynaklarına karışmakta, bunun sonucunda toprak ve su ekosistemlerinde zararları maddelerin birikimi artmaktadır (Düzgüneş ve Oğuztürk, 2019).Son yıllarda toprak ve su kaynaklarının korunması ve yüksek kaliteli bitkisel üretim için organik gübrenin kullanılması ve yaygınlaştırılması artarak devam etmektedir. Organik gübreleme toprağın verimini, sürdürülebilirliğini ve su tutma kapasitesini artırmakta, toprağı iyileştirmekte ve mikrobiyal aktiviteleri hızlandırmaktadır (Yüksek vd., 2019). Organik gübrelerin bir diğer önemli özelliği iyi bir toprak düzenleyici olmasıdır(Aygün ve Acar, 2004).Bu özelliklerinden dolayı bitkisel üretimde organik gübrelerin kullanımı son yıllarda artmıştır (Asri vd., 2011).

Plectranthus amboinicus (Lour.) (Küba Kekiği), değişen çevresel koşullar altında gelişim yapmasına rağmen; kimyasal gübre veya organik gübrelerin uygulanmasından sonra farklı genotiplerin büyüme performansı ve biyoaktivitesi hakkında bilinenler son derece kısıtlı seviyededir(Zhang vd., 2017). Gıda, tıbbi ve aromatik özellikleri bakımından önemli olan bitkilerin farklı besi ortamlarında gelişimlerinin izlenmesi ve değişik ekolojik ortamlara adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi sürdürülebilir bitki üretimi için son derece önemlidir (Oğuztürk vd., 2018).Bu çalışmada tıbbi, aromatik ve gıda değerlerinin fazla olmasının yanı sıra iç mekan, dış mekan peyzaj çalışmalarında görsel kalitesi ve koku değerinin oldukça yüksek olmasından ötürü *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği) bitkisi çalışma materyali olarak seçilmiştir.

Bu çalışmanın amacı farklı tip organik solucan gübresi ve torf uygulamalarının *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği) bitkisinin gelişimi üzerindeki etkisinin ortaya konulmasıdır.

2. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği)

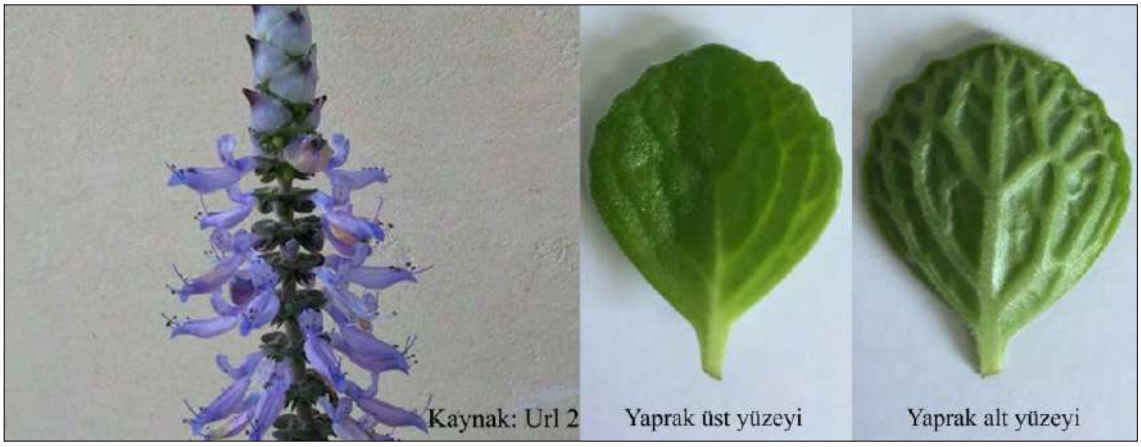
Plectranthus amboinicus (Lour.) (Küba Kekiği), Lamiaceae familyasının bir üyesidir. Paleotropik yağca zengin olan Plectranthus cinsi, Lamiaceae familyasındaki bitkilerin bir alt ailesi olan Nepetoideae ailesine aittir (Arumugam vd., 2016).*Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği) dikotiledon (Çift çenekli) bir bitkidir (Zhang vd., 2017). Küba Kekiği Afrika, Asya ve Avustralya'nın tropik ve ılık bölgelerinde doğal olarak yetişen çok yıllık bir bitkidir (Arumugam vd., 2016). Plectranthus cinsine ait bitkiler, mutfak, tıp ve çevre düzenlemelerinde yaygın olarak kullanılan çok yönlü aromatik perennial çalılardır (Zhang vd., 2017). *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği) yayılış alanları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. *Plectranthus amboinicus (Lour.) (Küba Kekiği)* bitkisinin yetişme alanları (Url 1).

2.1. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği)Özellikleri

Plectranthus amboinicus (Lour.), tırmanma veya sürünme eğilimi gösteren, doğal ortamda 1 metreye kadar boylanabilen kalın etli yaprakları bulunan ve aromatik açıdan zengin bir bitkidir. Bitkinin kök yapısı 30-90 cm uzunluğa ulaşabilir, ya uzun rijit kıllar (hissel olarak kıllı çıkıntılı) ya da tomentose (yoğun yumuşak, kısa ve dik tüyler ile kaplı) yapıdadır. Yapraklar, hafif çıkıntılı ucu olan (basit), geniş, yumurta / oval şekilli ve çok kalın, tüylüdür (kalın tüylerle çevrili) (Arumugam vd., 2016). Küba kekiği yaprak ve çiçek görünümü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Küba kekiğinin yaprak ve çiçek görünümleri.

Yapraklarının alt yüzeyde salgı tüyleri çok fazladır ve bu yapı buzlu bir görünüme neden olmaktadır. Yaprağın tadı lezzetli, ferahlatıcı ve hoş bir aromatik kokuya sahiptir (Kaliappan ve Viswanathan, 2008). Çiçekleri, kısa bir sap üzerinde, soluk morumsu olurlar. Çiçeklerin iki dudaklı zil biçiminde olup üst dudak oval ve incedir, alt dudak dört adet stamen (erkek organa) sahiptir. Petal (Corolla) yaprak soluk morumsu ve Sepalden (Calyx) beş kat daha uzun, kısa bir tüp şeklindedir. Meyvesi yumuşak, 0.7 mm uzunluğunda ve 0.5 mm genişliğinde açık kahverengi renkte olduğu nadiren çiçek ve tohum oluşturduğu ifade edilmiştir (Arumugam vd., 2016).

2.2. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği)'ninKullanımı

Plectranthus türleri Kanada'da yoğun biçimde iç mekân süs bitkisi olarak kullanılırken; Asya, Afrika ve Karayip Adaları'nda, yaygın olarak şifalı bitki, süs bitkisi, yiyecek ve yem bitkisi olarak kullanılmaktadır. Aromatik ve tıbbi özelliklerinden yararlanmak için bitkinin yaprakları çorba ve çayın içine ilave edilerek kullanılmaktadır.

Plectranthus türleri, çeşitli hastalıkların, böcek ve sürüngen ısırıkları, sindirim, üreme-idrar, kas-iskelet ve cilt hastalıkları ve solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Zhang vd., 2017). Bunların arasında, *Plectranthus amboinicus* (Lour.), kısa yumuşak dik tüylere sahip, kendine has kokulu yaprakları olan aromatik tıbbi etli bir bitkidir (Arumugam vd., 2016).*Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği), aromatik yapısı ve uçucu yağ üretme kabiliyeti nedeniyle bahçecilik özelliklerine sahiptir. Bitkinin en önemli özellikleri arasında yapraklarının çiğ olarak yenilebilmesi veya diğer ürünlerle birlikte lezzet verici madde olarak kullanılmasıdır. Doğal olarak yetiştiği bölgelerde geleneksel yiyeceklerin hazırlanmasında içerik maddesi olarak yemeklere eklenmektedir. Bitkinin monoterpenoidler, diterpenoidler, triterpenoidler, seskiterpenoidler, fenolikler, flavonoidler, esterler, alkoller ve aldehitler gibi farklı fitokimyasal sınıflara ait 76 uçucu ve 30 uçucu olmayan bileşiğe sahip olduğu belirtilmektedir (Arumugam vd., 2016). Küba kekiği, öksürük, boğaz ağrısı, burun tıkanıklığı tedavisi, enfeksiyonlar, romatizma ve şişkinlik gibi birçok çeşitli hastalığın geleneksel tedavisinde yoğun biçimde kullanılmaktadır. Bitkinin yaprakları antifungal, antienflamatuvar, antibakteriyel, Parazit giderici(anthelmintic), ağrı kesici (antinosiseptif) ve ateş düşürücü (antipiretik) aktiviteye sahiptir. Küba kekiği geleneksel olarak Endonezya'da, özellikle Simalungun, Kuzey Sumatera'da yüzlerce yıl anne sütü uyarıcısı olarak tüketilen tıbbi sebzelerden biridir. Yapılan bir çalışmada, içeriğindeki maddelerin anne sütü üretimini uyarmada iyi bir etkileşime sahip olduğu bildirilmiştir. İklim, toprak ve döllenme gibi bazı dış faktörlerin, bitkilerde biyoaktivite bileşiklerinin varyasyonunu etkilediği belirtilse de, iç genetik varyasyonun en önemli faktör olduğu kabul edilmektedir (Andarwulan vd., 2014). Ayrıca gıda bileşenleri potansiyeline sahip olabilecek, antioksidan, antitrombositik, antibakteriyel ve bitki kökünün antikanser özellikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır (Bhatt vd., 2013).

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Materyal

Bitkisel materyal olarak *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği), besiyeri ortamı olarak katı ve sıvı organik solucan gübresi ve torf ve büyütme ortamı olarak3 farklı boyut ve hacimde saksı çeşitleri kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Deseni ve Besi Ortamlarının Hazırlanması

Organik Solucan gübresi ve torfun *Plectranthus amboinicus* (Lour.) (Küba Kekiği) bitkisinin gelişimi üzerine etkisini incelemek üzere 3 farklı boyut ve hacimde (250, 450 ve 700 cc) hacmindeki saksılar ticari torf ile doldurulmuştur (Tablo 1).Daha sonra torf ile doldurulmuş saksılara rastgele seçilmiş boyları birbirine eşit Küba kekiği fideleri dikilmiştir. Daha sonra Küba kekiği fidelerine 8 farklı dozda organik katı ve sıvı solucan gübresi uygulanmıştır. Farklı saksılardaki Küba kekiği yavrularına uygulanan katı ve sıvı solucan gübresi değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1.*Plectranthus amboinicus* (Küba Kekiği) denemeleri saksı hacimleri ve boyutları.

	Deneme Gurupları							
	KK*-1	**KK-2**	**KK-3**	**KK-4**	**KK-5**	**KK-6**	**KK-7**	**KK-8**
Saksı ağız çapı (cm)	12	12	12	11	11	9	9	9
Saksı derinliği (cm)	9	9	9	9	9	6	6	6
Saksı hacmi (cc)	700	700	700	450	450	250	250	250

*:KK: Küba Kekiği

Tablo 2.*Plectranthus amboinicus* (Küba Kekiği) denemeleri besi ortamları.

Sıra No	**Kod**	**Katı Solucan Gübresi Miktarı (g)**	**Sıvı Solucan Gübresi Miktarı (ml)**	**Saksı hacmi (cc)**
1	KK-1	10	0	700cc
2	KK-2	10	30	700cc
3	KK-3	0	0	700cc
4	KK-4	0	0	450cc
5	KK-5	10	0	450cc
6	KK-6	10	10	250cc
7	KK-7	15	10	250cc
8	KK-8	20	10	250cc

3.2.2. Saksılardaki Bitkilerin Gelişimi ve Bazı Özelliklerin Ölçülmesi

Saksılardaki Küba kekiği bitkilerinin gelişimi laboratuvar koşullarında 23±2 °C'lik ortam sıcaklığı olan bir alanda yürütülmüş ve besi ortamlarına 3 günde bir 5 ml çeşme suyu verilmiştir. Besi ortamlarında Küba kekiğinin gelişimi 135 gün süreyle izlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Küba kekiği denemelerinin zamansal gelişimi.

Yüzotuzbeş gün sonunda farklı denme ortamlarındaki bitkilerin yapraklarının en büyük 3 adedi ve en küçük 3 adedi bitkiden koparılmış ve milimetrik kağıt üzerinde görüntüleri kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu görüntüler AutoCad 2018 programına aktarılarak yaprak yüzey alanları ve çevreleri ölçülmüştür. Yaprak yüzey alanı ve çevresine ait ölçümler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür.Bitkilerin boy gelişimleri cetvel ile ölçülmüştür. 135 gün sonunda bitkiler saksılardan sökülmüş, kök bölgesindeki toprak yıkanarak uzaklaştırılmıştır. Küba kekiği denemelerinin toprak altı ve toprak üstü biyokütle ağırlık oranlarının tespit edilebilmesi

için denemelerdeki bitkiler dikkatli bir şekilde sökülmüş, daha sonra kök bölgesindeki toprak çeşme suyu ile yıkanarak temizlenmiştir. Daha sonra fideler toprak üzerinde 3,5 cm gövde parçası kalacak şekilde kesilmiş ve hassas terazide ağırlıkları ölçülere kayıt altına alınmıştır

4. Bulgular

Büyük yapraklardaki ortalama yaprak yüzey alanı 4-6.33 cm^2 arasında değişmiştir. En yüksek yaprak yüzey alanına 700 cc sakı hacmi ve 10 g katı solucan gübresi+torfun olduğu KK1 ve 450 cc ve 10 g katı solucan gübresi+torfun olduğu KK5 ortamlarında, en düşük yaprak yüzey alanına 700 cc saksı hacminde ve sadece torfun kullanıldığı KK3, 450 cc saksı hacminde ve sadece torfun olduğu KK4 ve 250 cc saksı hacminde ve sadece torfun olduğu KK6 ortamlarında rastlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. *Plectranthus amboinicus* (Küba Kekiği) 5'li denemesi yaprak alan ve çevre ölçüleri.

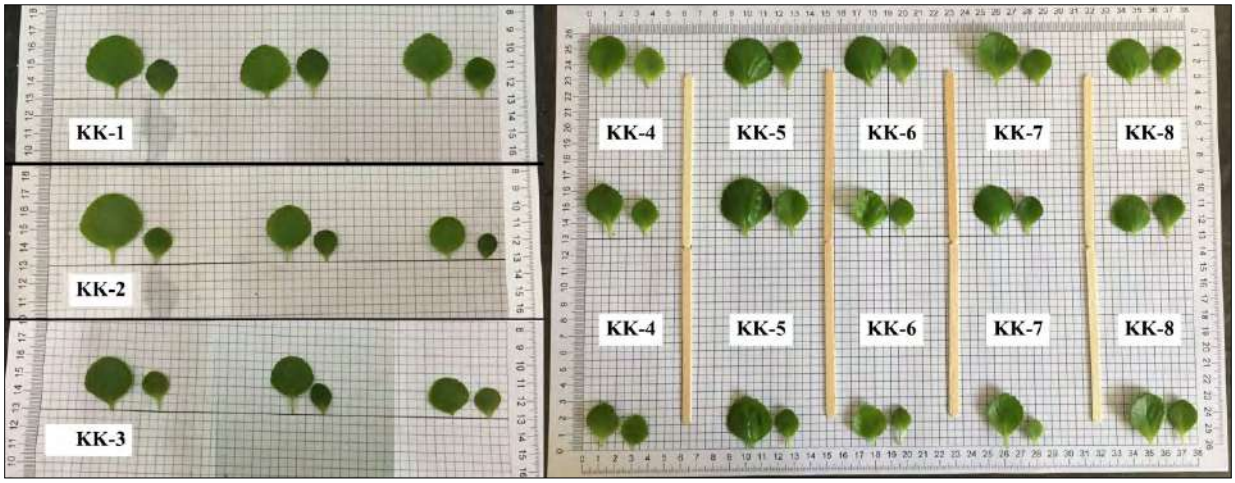
Yaprak Şekli	KK-1		KK-2		KK-3		KK-4	
	Alan (cm^2)	Çevre (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)
1. Büyük Yaprak	7	10,99	8	11,71	5	8,45	5	8,58
2. Büyük Yaprak	6	10,35	5	8,53	4	8,35	4	8,77
3. Büyük Yaprak	6	9,46	3	6,94	3	6,64	3	7,52
Ortalama	**6,33**	**10,27**	**5,33**	**9,06**	**4,00**	**7,81**	**4,00**	**8,29**
1. Küçük Yaprak	3	6,28	2	5,53	2	5,42	3	6,76
2. Küçük Yaprak	3	7,25	1	4,80	1	4,39	2	6,19
3. Küçük Yaprak	2	6,34	1	4,03	1	4,25	2	5,92
Ortalama	**2,67**	**6,62**	**1,33**	**4,79**	**1,33**	**4,69**	**2,33**	**6,29**
Genel Toplam	**9,00**	**16,89**	**6,66**	**13,85**	**5,33**	**12,5**	**6,33**	**14,58**

Tablo 3 (Devamı). *Plectranthus amboinicus* (Küba Kekiği) 5'li denemesi yaprak alan ve çevre ölçüleri.

Yaprak Şekli	KK-5		KK-6		KK-7		KK-8	
	Alan (cm^2)	Çevre (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)
1. Büyük Yaprak	7	10,42	5	8,97	5	9,48	5	8,48
2. Büyük Yaprak	6	9,85	4	7,75	5	8,68	5	8,67
3. Büyük Yaprak	6	9,33	3	7,21	4	9,06	4	7,72
Ortalama	**6,33**	**9,87**	**4**	**7,98**	**4,67**	**9,07**	**4,67**	**8,29**
1. Küçük Yaprak	4	7,99	3	6,73	3	6,65	2	6,69
2. Küçük Yaprak	3	7,77	2	6,12	2	6,42	3	7,75
3. Küçük Yaprak	2	6	1	5,96	1	4,04	3	7,27
Ortalama	**3,00**	**7,25**	**2,00**	**6,27**	**2,00**	**5,70**	**2,67**	**7,24**
Genel Toplam	**9,33**	**17,12**	**6,00**	**14,25**	**6,67**	**14,77**	**7,34**	**15,53**

İlgili değerlerden de görüleceği üzere farklı saksı boyutlarında ve sadece torfun olduğu büyüme ortamlarında en düşük yaprak yüzeyi alanı elde edilirken; en fazla yüzey alanı sadece katı solucan gübresinin uygulandığı denemelerden elde edilmiştir. 450 cc hacminde 10 g katı solucan gübresi uygulaması ile büyük yaprakların yüzey alanlarında %37 oranında bir artış sağlanmıştır. Büyük+küçük tüm yaprak yüzey alanları dikkate alındığında 700 cc hacmindeki saksıda en fazla alan 9 cm^2 ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı KK1 deneme ortamında, en düşük yaprak yüzey alanı 5,33 cm^2 ile solucan gübresi uygulaması yapılmayan KK2 deneme alanından elde edilmiştir. 700 cc saksıda sıvı solucan gübresinin büyüme

üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. 450 cc hacmindeki saksıda en fazla yaprak yüzey alanına 9,33 cm^2 ile 10 gram katı solucan gübresinin uygulandığı KK5 deneme ortamında; en düşük yaprak yüzey alanına ise solucan gübresi uygulaması olmayan KK4 ortamında rastlanmıştır. 250 cc hacmindeki saksıda en yüksek yaprak yüzey alanına 7,34 cm ile 20 g katı+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı KK8 ortamında; en düşük toprak yaprak yüzey alanına 6 cm ile solucan gübresi uygulaması yapılmayan KK6 ortamında rastlanmıştır.250 cc hacmindeki saksıda katı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının Küba kekiği yavrularında yaprak yüzey alanı gelişiminde etkili olduğu kolaylıkla söylenebilir. Tüm saksı tiplerine göre en yüksek toplam yaprak yüzey alanına 9,33 cm^2 ile 450 cc saksı hacminde ve 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı denemelerde rastlanmıştır (Tablo 3). 700 cc saksı hacminde en geniş yaprak çevresinde (büyük yaprak +küçük yaprak toplamı) 16,89 cm ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı KK1 denemsinde; en düşük yaprak çevresine ise 12,5 cm ile solucan gübresi uygulaması yapılmayan KK3 ortamında rastlanmıştır. 700 cc saksı hacminde bitki gelişimde en başarılı deneme torf ile birlikte 10 g katı solucanın uygulandığı denemeden elde edilmiştir. 450 cc saksi hacminde en geniş yaprak çevresine 10 g katı solucan gübresinin kullanıldığı KK5 deneme ortamından elde edilmiştir. 250 cc hacmindeki saksılarda en geniş yaprak yüzey alanı 15,53 cm ile 20g katı solucan gübresi+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı KK8 deneme ortamından elde edilmiştir. Tüm saksı guruplarında en geniş yaprak çevresinde en geniş yaprak yüzey alanının elde edildiği KK5 deneme ortamından elde edilmiştir (Tablo 3, Şekil 4).



Şekil 4. Farklı tip gübreleme uygulamalarının yaprakların gelişimine etkisi.

Farklı büyüme ortamlarında en zayıf kök gelişimi 250 cc hacmindeki saksıda ve sadece torf ortamında yetiştirilen KK6 ortamında rastlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Farklı gübre uygulamalarının torf ortamında Küba kekiği bitkinin topraküstü ve toprak altı biyomass gelişimine etkisi.

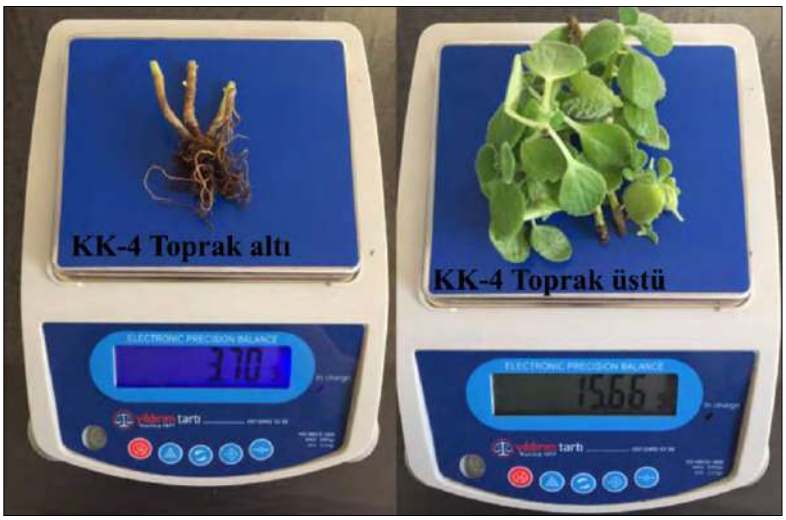
Denemelerde en yüksek toprak altı biyomas 700cc hacmindeki saksıda ve torf+10 g katı solucan gübresi ortamından elde edilirken; en düşük toprak altı biyomas 1.03 g ile 250 cc saksı hacminde 15g katı+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı KK7 ortamından elde edilmiştir (Tablo 4).En yüksek toprak üstü biyomas 15,66 g 450 cc hacmindeki saksıda ve sadece torf ortamında, en düşük toprak üstü biyomas ise 7.20 g ile 250 cc hacmindeki saksıda ve 15 g katı+10 ml sıvı solucan gübresi ortamında elde edilmiştir.

Tablo 4. Küba kekiği denemelerinin toprak altı ve toprak üstü biyokütle ağırlıkları (gr).

Saksı hacmi (cc)	Bitki Kodları	Toprak Altı Ağırlıkları (gr)	Toprak Üstü Ağırlıkları (gr)	Toplam Ağırlık (gr)	Kök/Gövde Oranı
700cc	**KK-1**	12,35	6,89	19,24	1,79
700cc	**KK-2**	7,05	7,07	14,12	1,00
700cc	**KK-3**	11,67	7,53	19,20	1,55
450cc	**KK-4**	3,7	15,66	19,39	0,24
450cc	**KK-5**	2,76	15,23	17,99	0,18
250cc	**KK-6**	1,54	5,99	7,53	0,26
250cc	**KK-7**	1,03	7,20	8,23	0,14
250cc	**KK-8**	1,38	7,38	8,76	0,19



Şekil 6.Küba kekiği denemelerinin toprak altı biyokütlelerinden örnekler.



Şekil 7.Küba kekiği denemelerinin toprak altı ve toprak üstü biyokütlelerinin tartım örnekleri.

5. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışma kapsamında organik katı solucan ve sıvı solucan gübre uygulamaları sonucunda farklı besi ortamlarındaki saksılarda *Plectranthus amboinicus* (Küba Kekiği)'nin 135 günlük gelişim süreci içerisinde kontrol gruplarına kıyasla solucan gübresi uygulanan denemelerde yaprak yüzey boyutları, yaprak yüzey alanı ve çevresi, yaprak rengi, parlaklığı, kalınlığı ve biyokütle gelişimi özellikleri açısından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek yaprak yüzey alanı 9,33 cm^2 ile 450 cc hacmindeki saksıda ve torf ortamında 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı KK5 denemesinde rastlamıştır.700 cc hacminde ve torf ortamında en yüksek yaprak yüzey alanına 6,33 cm^2 ve en yüksek toplam biyomas miktarına 19,24 g ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı ortamda, en düşük yaprak yüzey alanı 4 cm^2 ile gübre uygulanmayan ortamdan elde edilmiştir. 700 cc hacmindeki Küba kekiği fidelerinde 10 g katı solucan gübresi uygulaması ile toplam yaprak yüzey alanında %36.80 oranında bir artış sağlanmış olması Küba kekiği fidelerinin gelişmesinde katı solucan gübresinin etkili olduğunun bir kanıtı olarak sunulabilir. Küba kekiği fidelerinin gelişmesinde katı ve sıvının birlikte uygulanmasının sadece katı solucan gübresi uygulamasına kıyasla daha düşük yönde

bir gelişim yaptığı görülmüştür. Bu nedenle 700 cc hacmindeki saksılarda tek seferde uygulanan 10 g katı solucan gübresinin yeterli olduğu söylenebilir. 450 cc hacminde de 700 cc hacmindeki saksıdaki gelişime benzer bir gelişim tespit edilmiştir. 450 cc hacmindeki saksıdaki Küba kekiği fideleri aynı hacimde gübresiz kontrol uygulamasına kıyasla yaprak gelişiminde %32 daha yüksek bir gelişim göstermiştir. Bu da göstermektedir ki 450 cc hacmindeki saksılarda tek seferde uygulanan 10 g katı solucan gübresi bitki gelişimine olumlu yönde katkı sağlamıştır. 250 cc hacmindeki saksıda en yüksek yaprak yüzey alanına 20 g katı solucan gübresi+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı saksıdan elde edilmiştir. Aynı saksı gurubunda sıvı solucan gübresinin sabit tutulup katı solucan gübresinin %33 oranında artırılması sonucu bitki yaprak yüzey alanında sadece % 10 oranında artış olmuştur. Buna göre Küba kekiği fidelerinin yetiştirilmesinde 250 cc hacmindeki saksılarda diğer saksılarda olduğu gibi 10 g katı solucan gübresi uygulamasının yeterli olduğu söylenebilir.Yapılan pekçok araştırmada organik solucan gübresinin bitki büyümesi, yaprak ve sürgün gelişimini arttırdığı ortaya konulmuştur (Atiyeh vd., 2001; Arancon vd., 2006; Oğuztürk vd., 2018; Blouin vd., 2019).Deneme yerinin oda koşullarında ve batı bakıda olması ve güneş alan yüzeyin (yaklaşık $2m^2$) ve güneşlenme süresinin fazla olmamasının bitki gelişimine olumsuz yönde etki ettiği düşünülmektedir. Tıbbı ve aromatik değeri yanı sıra peyzaj kullanım değeri olan Küba kekiği bitkisinin nemli Rize koşullarına adapte edilmesi oldukça önemlidir. Ancak, Rize'nin ekolojik koşullarında (iç ve dış mekanlarda) Küba kekiği bitkisinin gelişimi ile alakalı daha detaylı bilgilerin elde edilmesi ve ekolojik adaptasyonun başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için, bitki gelişimine etki eden diğer faktörler (örneğin toprak türü, pH, toprak nemi, ortam sıcaklığı, solar radyasyon, rüzgar, vb) ile alakalı yeni çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Küba kekiği materyallerini sağlayan Çiftekavak Seraları sahibi Sayın Hüseyin Dilsiz beye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Andarwulan, N., Yuliana, N. D., Hasna, E., Aziz, S. A. ve Davis, T. D. (2014). Comparative analysis of three torbangun clones (Plectranthus amboinicus (Lour.) spreng) based on phenotypic characteristics and phenolic content. *American Journal of Plant Sciences*, *5*(24), 3673.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P. ve Metzger, J.D. (2008). Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse, Applied Soil Ecology 39: 91-99.

Arumugam, G., Swamy, M.K. ve Sinniah, U.R (2016). Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng: botanik, fitokimyasal, farmakolojik ve besinsel önemi. *Moleküller*, *21* (4), 369.

Asri, F. Ö., Demirtaş, E. I., Özkan, C. F. ve Arı, N. (2011). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *24*(2), 139-143.

Atılgan, A., Coşkan, A., Saltuk, B.ve Erkan, M. (2007). Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji*, *15*(62), 37-47.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S.ve Metzger, J.D., (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology 78: 11-20.

Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S. ve Mathieu, J. (2019). Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. Agronomy for Sustainable Development (2019) 39:34 (15 pages), https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x.

Aygün, Y. ve Acar, M. (2004). Organik gübreler ve önemi. *Hasat Dergisi*, *228*, 68-72.

Bhatt, P., Joseph, G. S., Negi, P. S. ve Varadaraj, M. C. (2013). Chemical composition and nutraceutical potential of Indian borage (Plectranthus amboinicus) stem extract. *Journal of Chemistry*, *2013*.

Düzgüneş E. ve Oğuztürk T. (2019), "Rize Belediyesi (İli) Atık Yönetim Yaklaşımının EkolojikBoyutununİrdelenmesi", Ereğli International Science and Academic Congress(Ereğli Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi), Ereğli/Konya, TÜRKİYE, , vol.1, pp.93-105

Kaliappan, N.D. veViswanathan, P.K., (2008). Plectranthus amboinicus (Lour) Spreng'in yapraklarında farmakognozik çalışmalar *Uluslararası Yeşil Eczacılık Dergisi (IJGP)* , *2* (3).

Oğuztürk T. Yüksek T. ve Çorbacı Ö.L., (2018).*"Kimyasal ve Organik Gübre Uygulamalarının Solanum pseudocapsicum Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi",* European Conference On Science, Art Culture (Ecsac), Antalya, Türkiye, pp.469-476.

Yüksek, T., Yüksek, F. ve Sütlü, E. 2013. Çay Tarımında Gübreleme Sorunları Sürdürülebilir Çay Tarımı İçin Yeni Stratejiler. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, 3-4 Mayıs, 2013, Bildiri Özetleri Kitabı, s: 89-100.

Yüksek, T., Verep, B. ve Baltacı, C., (2017). Hayvan Gübresinden Elde edilen Sıvı Solucan Gübresinin İz ve Besin Elementleri Açısından İncelenmesi, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(8): 986-991.

Yüksek, T., Atamov, V. ve Türüt, K., (2019). Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı Kalifornia solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi, 4, (2): 263-271.

Zhang, B., Wijesundara, NM, Abbey, L., ve Rupasinghe, HV (2017). Büyüyen ortam değişiklikleri, iki Plectranthus türünün büyümesine, sekonder metabolitlerine ve anti-streptokok aktivitesine etki eder. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Uygulamalı Araştırma Dergisi* , *5* , 53-59.

Url 1 The Polistes Corporation. (2019). *Plectranthus amboinicus.* Erişim tarihi, 22.10.2019, https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Plectranthus+amboinicus

Url 2 SukulentKaktusCan. (2019). *Sukulent - Plectranthus Amboinicus - Kokulu Küba kekiği.* Erişim tarihi, 18.11.2019, https://urun.n11.com/kaktus/sukulent-plectranthus-amboinicus-kokulu-kuba-kekigi-P367048575

MATERNAL KAFEİN TÜKETİMİ; FETÜS VE KAFEİN

MATERNAL CAFEİN CONSUMPTION; FETUS AND CAFEIN

Doç. Dr. Aziz AKSOY
Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Diyetisyen Rahime EREN
Fitform Beslenme ve Diyet Danışmanlık Merkezi, Siverek

ÖZET

Bu çalışmanın amacı anne adaylarının hamilelik süresince kafein tüketiminin fetal büyümeye ve düşük doğum ağırlığıyla ilişkisini ortaya koyarak fetüs açısından olumsuz sonuçlarının önüne geçilmesinde katkı sağlamaktır. Anne adayları hamilelik süresince bazı besinleri diyetinde kısıtlamalıdır ve kısıtlanması gereken besinlerden bir tanesi de kafeindir. Kafein, çay, kahve ve kolada bulunan farmakolojik olarak aktif bir maddedir. Hamilelik sırasında alınan kafein ise kolayca plasentadan fetüse ve amniyotik sıvıya geçer. Kafeinin yarı ömrü hamilelik sırasında artar, hamileliğin sonunda 11.5-18 saate ulaşır. Bu kadar uzun yarı ömür, düzenli günlük tüketim ile vücutta kafein birikimine neden olur. Ne fetüs ne de plasenta kafeini metabolize edemez, çünkü gerekli enzimlerden yoksundurlar; bu nedenle fetüs uzun süre uterus içinde maternal maruziyetle orantılı olarak kafeine ve metabolitlerine maruz kalır. Fetüsün kafeine maruz kalması sadece anne tüketimine değil, aynı zamanda kafeinin anne tarafından metabolize edildiği ve fetal dolaşımdan temizlendiği hıza da bağlıdır. Gebelikte kafeine fetal maruziyet, özellikle beyinde, uzun süreli etkilere neden olabilir. Sonuç olarak yapılan çalışmalar göstermektedir ki, bilinçsiz tüketilen kafein fetüs büyümesini olumsuz etkileyebileceği gibi, anne sütünde demir konsantrasyonunda bile azalma gösterebilir. Bu olumsuz durumların tolere etmek adına hamilelik döneminde alınması gereken güvenli kafein miktarları belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maternal, Kafein Tüketimi, Fetüs evresi, Hamilelik

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the relationship between caffeine consumption and fetal growth and low birth weight of pregnant women during pregnancy. Pregnant mothers should restrict certain nutrients in their diet during pregnancy and one of the nutrients that should be restricted is caffeine. Caffeine is a pharmacologically active substance in tea, coffee and cola. Caffeine taken during pregnancy easily passes from placenta to fetus and amniotic fluid. The

half-life of caffeine increases during pregnancy, reaching 11.5-18 hours at the end of pregnancy. This long half-life causes caffeine build-up in the body with regular daily consumption. Neither the fetus nor the placenta can metabolize caffeine because they lack the necessary enzymes; therefore, the fetus is exposed to caffeine and its metabolites for a long time in proportion to maternal exposure in the uterus. Exposure of the fetus to caffeine is not only dependent on maternal consumption, but also on the rate at which caffeine is metabolized by the mother and cleared from fetal circulation. Fetal exposure to caffeine during pregnancy can cause long-term effects, especially in the brain. Consequently, studies show that unconscious consumed caffeine may adversely affect fetus growth and may even decrease iron concentration in breast milk. In order to tolerate these negative conditions, safe caffeine levels should be determined during pregnancy.

Keywords: Maternal, Caffeine consumption, Fetus stage, Pregnancy

GİRİŞ

Hamilelikte sağlıklı beslenme davranışlarının temel özellikleri, makro ve mikro besleyicilerin yanı sıra optimal miktarda enerji içeren gıdaları tüketmek, uygun kilo alımını sağlamak, genel ve gebeliğe özgü gıda güvenliği tavsiyelerine uymak ve zararlı maddelerin yutulmasından kaçınmaktır [1,]. Kadınlar Hamilelik süresince bazı besinleri diyetinde kısıtlamalıdır ve kısıtlanması gereken besinlerden bir tanesi de kafeindir.

HAMİLELİK VE KAFEİN

Gebelikte sağlıklı, dengeli bir diyet fetüssün optimal büyümesini ve gelişmesini ve annede meydana gelen fizyolojik değişiklikleri desteklemelidir. Kafein, çay, kahve ve kolada bulunan farmakolojik olarak aktif bir maddedir. Oral olarak alınan kafein hızlı bir şekilde emilir, 5 ila 6 saatlik bir plazma yarı ömrü ile 30-45 dakika arasında maxsimin plazma konsantrasyonuna ulaşır [2]. Hamilelik sırasında alınan kafein ise kolayca plasentadan fetüse ve amniyotik sıvıya geçer. Kafeinin yarı ömrü hamilelik sırasında artar, hamileliğin sonunda 11.5-18 saate ulaşır. Bu kadar uzun yarı ömür, düzenli günlük tüketim ile vücutta kafein birikimine neden olur. Ne fetüs ne de plasenta kafeini metabolize edemez, çünkü gerekli enzimlerden yoksundurlar; bu nedenle fetüs uzun süre uterus içinde maternal maruziyetle orantılı olarak kafeine ve metabolitlerine maruz kalır. Fetüsün kafeine maruz kalması sadece anne tüketimine değil, aynı zamanda kafeinin anne tarafından metabolize edildiği ve fetal dolaşımdan temizlendiği hıza da bağlıdır [3].

GEBELİKTE KAFEİNE FETAL MARUZİYET

Hamilelik sırasında bebeğin kafeine fetal maruziyeti beyinde, uzun süreli etkilere neden olabilir. 6 aylıkken bebekler kafeini, erişkinlerinkiyle aynı oranda yok eder [4]. Bazı çalışmalar maternal kafein tüketimi ile doğum ağırlığı arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir

[4,5]. Bununla birlikte, diğer iki büyük prospektif kohort çalışması, hamilelik sırasında kafein alımı ile fetal büyüme kısıtlaması ve düşük doğum ağırlığıyla ilişkili olumsuz yan etkiler riski arasında doza bağlı pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir [6]. Kafeinin anne sütünde etkileri, erken doğmuş bebeklerde veya 5 aydan küçük bebeklerde daha fazla kafein metabolize ettikleri için önemlidir [7]. Yapılan bir çalışmada 15 haftalık fetüsün 30 haftalık fetüse kıyasla kafein maruziyetine daha duyarlı olduğunu saptamıştır [8]. Ek olarak, günde 450 mL'den (yaklaşık iki bardak) fazla kahve alımı anne sütü demir konsantrasyonlarını azaltabilir ve bu da bebek anemisine neden olabilir [9].

HAMİLELİKTE ÖNERİLEN KAFEİN MİKTARI

Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu, emziren kadınların 200 mg ya da altındaki kafein miktarının kronik alımların emzirilen bebekler için hiçbir güvenlik endişesi yaratmadığı sonucuna varmıştır [10]. Bazı çalışmalarda ise hamilelik sırasında kafeinin kandaki katekolamin seviyelerini artırdığını ve bu hormonların vazokonstriksiyon ve fetalhipoksiye bağlı olarak fetüs üzerinde olumsuz etkileri olduğunu bildirmiştir [11]. bu olumsuz durumların önüne geçmek için uzmanlar tarafından alınması gereken güvenli kafein miktarları belirlenmeye çalışılmış Yakın zamana kadar, çoğu uzman kafeinin günlük anne alımı 300 mg geçmemesi gerektiğine inanıyordu [12]. Bazı araştırmalarda ise hamile kadınlar için günlük maksimum kafein alımı, günde 200 mg olarak belirlenmiştir [13]. Bazı çalışmalarda ise kafein tüketiminin düşük doğum ağırlığı veya düşük riski üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını göstermiştir [14].

BESİNLER, İÇEÇECEKLER VE KAFEİN

Kafein , insan diyetinin bir bileşeni olarak uzun bir tüketim geçmişine sahiptir. Kahve, çay, kakao ve bazı fındık ve çilek de dahil olmak üzere birçok yiyecek ve içeceğin doğal bir bileşenidir. Kafein, insan besin zincirine kahve çekirdekleri , çay yaprakları, guarana , kakao çekirdekleri ve kola fındıkları gibi bitkisel kökenli yiyecekler yoluyla girer. Kahve, kafeinin diyete en önemli katkılarından biridir. Vücuda alınan kafein hızla kan dolaşımında emilir ve kan seviyesi 90-100 dakika sonra en yüksek seviyeye çıkar. Kafein seviyesi 3-4 saat boyunca yüksek kalır ve sonra düşmeye başlar [15]. Mevcut kafein miktarı, içeceğin türüne ve hazırlanma şekline göre değişir. Yeşil çay kafein içerir; bununla birlikte, kafein içeriği yeşil çayın tipine ve demleme yöntemine göre büyük bir değişkenlik gösterir. Kafeinin bu içeceklerde doğal olarak oluştuğu göz önüne alındığında, kafein içeriği, bitki çeşitliliği, çevresel gelişme koşulları veya kullanılan demleme yöntemine bağlı olarak değişecektir [16].

KAFEİN ALIMI VE GÜVENLİĞİ

Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu (EFSA) yakın zamanda kafein alımının güvenliğini de incelemiştir (Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu, 2015). Yetişkinler için günde 400 mg'a kadar olan alışkan kafein tüketiminin ve çocuklar ve ergenler için günde 3 mg / kg bw'nin güvenlik endişelerine yol açmadığı sonucuna varmışlardır [17]. Kafeinin en dikkat çekici davranış etkileri düşük ila orta dozlardan (50-300 mg) sonra ortaya çıkar uyanıklık, enerji ve konsantre olma kabiliyeti artar. Orta derecede kafein tüketimi nadiren sağlık risklerine yol açmaktadır. Daha yüksek dozlarda kafein, kaygı, huzursuzluk, uykusuzluk ve taşikardi gibi olumsuz etkilere neden olur [18]. Bu etkiler öncelikle kafeine duyarlı bireylerin küçük bir

bölümünde görülür. Bazı gençler kafeinin okulda ve testlerde daha iyi performans göstermelerine yardımcı olduğunu düşünür ve gençler okuldaki derslerde konsantrasyonun artmasına yardımcı olması için kafein içeren yiyecekler ve içecekler cazip gelebilir ve daha sonra tekrar gece geç saatlere kadar çalışmak için tercih edilir ancak ne yazık ki, bu, kafeinin etkilerinden dolayı uyuyamamak, yorgunluğa uykusuzlukla savaşmak için daha fazla kafein tüketmek ve daha sonra tekrar uykuya dalmakta güçlük çeken bir döngü yaratabilir [19]. Kafein ayrıca doktor reçetesi olmadan toz veya tablet şeklinde de temin edilebilir ve insanlar ilacı iştah açıcı olarak kullanırlar, daha uzun süre uyanık kalmaya yardımcı olmak için (yorgunluğu gidermek), enerjiyi artırmak ve genel bir alıcı olarak işlev görerek uyanıklığı arttırmak için kullanılırlar [20]. Kafein ayrıca egzersiz sırasında yaktığınız yağ miktarını da artırabilir. Ek kalori ve yağ yakmaya yardımcı olan ısı üretimini ve epinefrini arttırır. Bir başka çalışma, kafein takviyelerinin, bir antrenmanın öncesinde ve sonunda depolanan yağ salımını önemli ölçüde arttırdığını buldu [19,20].

KAFEİN VE YUMURTLAMA ÜZERİNE ETKİLER

Bazı çalışmalarda Kahve veya çayın, kadın yumurtlama üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu ileri sürülmüştür [19]. Bazı çalışmalarda ise kafein, zayıf doğurganlığın önde gelen nedenlerinden biri olan polikistik over sendromu olan kadınlarda yumurtlama fonksiyonunu iyileştirdiği gösterilen insülin duyarlılığı ile ilişkili bulunmuştur [21,22]. Danimarka'da yapılan bir çalışmada ise kahve, çay veya toplam kafein tüketiminin Danimarkalı kadınların birincil kısırlık riskini etkilediğine dair bir kanıt bulamadı [23]. Kafein tüketimi, bazı çalışmalarda doğurganlık endeksleriyle ilişkilidir, bazılarında ise ilişkili değildir. Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı tarafından yapılan kapsamlı bir literatür taraması, insanlarda kronik kafein alımının, gebe kalma ve doğurganlık azalması ve üreme üzerindeki olumsuz etkileri ile ilişkili olduğu sonucuna varmıştır ve bu etkiler, 200 mg / gün üzerindeki kafein dozlarında ortaya çıkmıştır [24].

Kafein tüketimi ile ilişkili olarak serum homosistein düzeylerini inceleyen çalışmalar dolaylı olarak kafein alımı ile serum folat seviyeleri arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir [22,23]. Örneğin, son zamanlarda yapılan bir çalışmada, yüksek miktarda kafein içeren kahve tüketimi ile düşük folat seviyesi arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiş [25]. Ancak bir çalışmada ise çay (yeşil, oolong, siyah ve yasemin) alımı ve folat seviyesi arasında bir ilişki bulamadı [26,27].

Sonuç olarak; Hamile kadınların kafeinli içecek alımında fetüs sağlığı ve kendi sağlıkları açısından bu dönemlerde kısıtlamaları gerekmektedir. Kafeinli içeceklerden uzak durmasalar da miktar olarak 200 mg aralığı önerilen miktarlar olarak görülmektedir. Bu çalışma hamilelerin bu miktarlarda kafein almalarını telkin etmez. Besin ve içeceklerle alınan kafin miktarları a göz ardı edilmemeli. Gerekirse hamilelik döneminde diyetle önerilen kafin miktarı aşılmamalıdır.

KAYNAKÇA

1. O'Connor OL. Blake J. Bell R. et al. Canadian consensus on female nutrition: Adolescence, reproduction, menopause, and beyond. J. Obstet. Gynaecol. Can. 2016; 38:508–554.

2. Marks V. Kelly JF. Absorption of caffeine from tea, coffee, and coca cola. Lancet. 1973; 1: 827.

3. Laura M. Grosso, Elizabeth Triche, Neal L. Benowitz, et al. Prenatal Caffeine Assessment: Fetal and Maternal Biomarkers or Self Reported Intake. Ann Epidemiol. 2008 Mar; 18(3): 172–178.

4. Grosso L, Bracken MB. Caffeine metabolism, genetics, and perinatal outcomes: a review of exposure assessment considerations during pregnancy . Ann Epidemiol. 2005 Jul;15(6):460-466.

5. Chen L, Bell EM, Browne ML, et al. National Birth Defects Prevention StudyExploring maternal patterns of dietary caffeine consumption before conception and during pregnancy. Matern Child Health J (2014) 18:2446–55.

6. Rhee J, Kim R, Kim Y, et al. Maternal caffeine consumption during pregnancy and risk of low birth weight: a dose-response meta-analysis of observational studies. PLoS One (2015) 10:e0132334.

7. Institute of Medicine. Caffeine in Food and Dietary Supplements: Examining Safety. Washington, DC: National Academies Press; (2014).

8. Hvolgaard Mikkelsen S, et al.Maternal Caffeine Consumption during Pregnancy and Behavioral Disorders in 11-Year-Old Offspring: A Danish National Birth Cohort Study. Hvolgaard Mikkelsen S, et al. J Pediatr. 2017.

9. Munoz LM, Lonnerdal B, Keen CL, et al. Coffee consumption as a factor in iron deficiency anemia among pregnant women and their infants in Costa Rica. Am J Clin Nutr(1988) 48:645–51.

10. Authority EFS. Scientific opinion on the safety of caffeine. EFSA J (2015) 13:4102.

11. Bech BH, Obel C, Henriksen TB, Olsen J. Effect of reducing caffeine intake on birth weight and length of gestation: randomised controlled trial. BMJ. 2007; 334 (7590): 409.

12. Maslova, E.; Bhattacharya, S .; Lin, S .; Michels, KB. Caffeine consumption during pregnancy and risk of preterm birth: a meta-analysis. Am J Clin Nutr. 2010 Nov;92(5):1120-32.

13. Joris C. Verster &Juergen Koenig.Caffeine intake and its sources: A review of national representative studies.Pages 1250-1259 | Accepted author version posted online: 16 Feb 2017, Published online: 12 Jun 2017

14. Howards P.P., Hertz-Picciotto I., Bech B.H., Nohr E.A., Andersen A.M., Poole C., Olsen J. Spontaneous abortion and a diet drug containing caffeine and ephedrine: A study within the Danish national birth cohort. PLoS ONE. 2012;7:e50372.

15. Wikoff D, Welsh BT, Henderson R, et al. Systematic review of thepotential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. Food Chem Toxicol. 2017 Nov;109(Pt 1):585-648.

16. Heck, CI, De Mejia, EG. 2007. Yerba mate tea (Ilex paraguariensis): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. J Food Sci 72: 138– 51.

17. Joris C. Verster &Juergen Koenig. Caffeine intake and its sources: A review of national representative studies. 2017; 1250-1259.

18. Beauchamp GA, Johnson AR, Valento, M., et al. A retrospective study of clinical effects of powdered caffeine exposures reported to three US poison control centers**.** Journal of medical toxicology 2016: 12 (3): 295-300.

19. Homan, GF, Davies, M, Norman, R. The impact of lifestyle factors on reproductive performance in the general population and those undergoing infertility treatment: a review. Human Reprod Update. 2007; 13: 209– 23

20. Agardh, EE, Carlsson, S, Ahlbom, et al. Coffee consumption, type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in Swedish men and women. J Internal Med. 2004; 255: 645– 52.

21. Azziz, R, Ehrmann, DA, Legro, et al. Troglitazone decreases adrenal androgen levels in women with polycystic ovary syndrome. Fertil Steril. 2003; 79: 932– 7.

22. Coffee, tea and caffeine consumption and risk of primary infertility in women: a Danish cohort study.Í Soylu L, et al. Acta Obstet Gynecol Scand. 2018

23. Nygård O, Refsum H, Ueland PM, et al. Coffee consumption and plasma total homocysteine: The Hordaland Homocysteine Study. Am J Clin Nutr. 1997; 65: 136–143.

24. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Zampelas A, et al. The association between coffee consumption and plasma total homocysteine levels: the “ATTICA” study. Heart Vessels. 2004;19:280–286.

25. Carlsen SM, Jacobsen G, Vatten L, Romundstad P. In pregnant women who smoke, caffeine consumption is associated with an increased level of homocysteine. Acta Obstet Gynecol Scand. 2005; 84: 1049–1054.

26. Association Between Serum Folate Levels and Caffeinated Beverage Consumption in Pregnant Women in Chiba: The Japan Environment and Children's Study.Otake M, et al. J Epidemiol. 2018.

27. Liu J, Jin L, Zhang Y, et al. Tea consumption is not associated with reduced plasma folate concentration among Chinese pregnant women. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol. 2015; 103: 747–753.

N-GRAM ANALİZİ İLE BAZ METAL (Pb-Zn-Cu) VE SOSYAL/SİYASAL/ EKONOMİK OLAYLARIN İLİŞKİLENDİRİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ali ÇİFTÇİ[1], M. Nuri URAL[2], Alaaddin VURAL[3]

ÖZET

Bu çalışmada, gerek jeokimyasal özelliklerinin yakınlığından dolayı bir arada bulunmaları ve bunun bir sonucu olarak da birlikte işletilmesi gerekse kullanım alanlarının birbirleri ile ilişkili olması nedeniyle bakır, kurşun ve çinko elementlerinin n-gram analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında n-gram analizleri, hem tek tek element bazında hem de baz metal anahtar kelimesi kullanılarak 1750-2008 yıllarını kapsayacak şekilde yürütülmüştür. N-gram analizinde yumuşatma faktörü 3 olarak alınmıştır. N-gram analizi ile baz metallerin (Cu-Pb-Zn) literatürde kullanım oranındaki zamana bağlı değişim ve bu değişimi etkileyen/bu değişimden etkilenen siyasal/sosyal/ekonomik olayların ilişkisi incelenmeye çalışılmıştır.

Baz metaller konusunda yapılan n-gram analizinde elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde; Sanayi Devrimi'nin ortaya çıktığı 1760'lı yıllarda anahtar kavramların kullanım sıklığının zirve yaptığı görülmüştür. Bu yüksek seviye, sektördeki talebin arzdan yüksek olmasının etkisiyle izah edilmiştir. Arz/talep dengesinin bulunduğu 1800-1840 yılları arasında, elementlerin madencilik pazarında aktörlerin azlığının da etkisiyle durağanlık söz konusudur. Pazarda Almanya, İspanya, ABD'nin de etkin olması ve sanayi ihtiyaçlarına bağlı olarak talebin artması ile 1840'lardan 1920'lere kadar artan bir trend söz konusudur. 1929 Ekonomik Krizi'nin başlarında n-gram analizi sonucu elde edilen grafikte bir dip noktası görülmektedir. Bu tarihten sonra ise 1940'lara kadar süren bir yükseliş trendi gözlenmektedir. II. Dünya Savaşı yıllarında gerek teknolojideki ihtiyaçların gerekse silah ihtiyacının da etkisi ile elementlere talep artmış olup bu artış n-gram analizinden de takip edilmiştir. Çin'in açılımı ile 1960'a kadar piyasanın çeşitliliği ve rekabetin artışı bir yükselme trendini göstermekte olup 1970 sonrasında dönemsel artışlarla birlikte bir miktar düşme söz konusudur. Sosyal/siyasal olaylar ve teknolojik gelişmeler ile n-gram analizi birlikte incelendiğinde aralarında anlamlı bir ilişki görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: N-gram Analizi, Baz Metaller, Bakır, Kurşun, Çinko, Dünya Siyaseti

[1]Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İİBF-Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü; GÜMÜŞHANE
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE
[3]Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE

Investigation of the Relationship between Base Metal (Pb-Zn-Cu) and Social/Political/Economical Events by N-gram Analysis

ABSTRACT

In this study, n-gram analyzes of copper, lead and zinc elements have been carried out because of their coexistence due to the proximity of their geochemical properties and as a result of this, they have to be operated together and their usage areas are related to each other.Within the scope of the study, n-gram analyzes were carried out on the basis of both individual elements and using the base metal keyword to cover the years 1750-2008. Smoothing factor was taken as 3 in N-gram analysis. By using n-gram analysis, time-dependent changes in the usage rate of base metals (Cu-Pb-Zn) in the literature and the relationship between political / social / economic events affecting / affected by this change were investigated.

When the data obtained from n-gram analysis on base metals are evaluated together; In the 1760s, when the Industrial Revolution emerged, the frequency of the use of key concepts peaked. This high level was explained by the effect of higher demand in the sector than supply. Between 1800 and 1840, when there was a supply / demand balance, there was stagnation due to the lack of actors in the mining market of the elements. There is an increasing trend in the market from the 1840s to the 1920s with the increasing demand from Germany, Spain and the United States, and increasing demand due to industrial needs. At the beginning of the 1929 Economic Crisis, a bottom point can be seen in the graph obtained as a result of the n-gram analysis. After this date, an upward trend continued until the 1940s. In World War II, the demand for the elements increased with the effect of both technology needs and the need for weapons, and this increase was also followed by n-gram analysis. With China's expansion until 1960, the diversity of the market and the increase in competition show an upward trend, with a period of downward trend after 1970s. When social / political events and technological developments were analyzed together with n-gram analysis, a significant relationship was found between them.

Keywords: N-gram Analysis, Base Metals, Copper, Lead, Zinc, World Politics

1. Giriş

İnsanoğlunun yaşadığı sosyal/siyasal/ekonomik olayların, dönemlerindeki başat gelişmelerle ilişkisi olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Ateşin bulunmasıyla farklı bir sosyo-kültürel hayat yaşanmaya başlamış, yazının bulunması aynı şekilde sözlü kültürden zamanla yazılı kültüre geçişi hızlandırmış, bilgi daha sistematik olarak aktarılmaya başlanmıştır. Sosyal hayatta da yeni gelişmelere göre değişiklikler meydana gelmiştir. Tekerleğin bulunması ve kullanılmaya başlanması yine aynı şekilde tüm sosyo-kültürel hayat üzerinde etkili olmuştur. Başlangıçta savaşlarda bakırdan üretilen silahlar kullanılırken bakırdan daha sert ve dayanıklı demirin silah olarak kullanılması özellikle o dönemdeki dengeleri değiştirmiştir.

İnsanlık tarihindeki sosyo-kültürel, siyasal, ekonomik, askeri ve teknolojik olayları anlamak için başvurulan belli anahtar kavram ve kelimeler mevcuttur. Bu anahtar kelimeleri kullanarak bilgiye ulaşmamızı sağlayan çeşitli yöntemlerden birisi n-gram analizidir. N-gram analizlerinin yazılım/bilişim sektöründe farklı kullanım alanları olduğu bilinmektedir. N-gram analizi kapsam olarak literatürde kavram, olay ve olguların kullanım sıklığının analizinin yapıldığı dijital ortama dayalı ve yazılım tabanlı bir analiz yöntemidir. N-gram analizi uygulanırken amacın doğru saptanması ve bu amaca uygun anahtar kavram, kelime veya olguların tespiti önemli yer tutmaktadır. Ayrıca analiz gerçekleştirildikten sonra elde edilen sonuçların iyi bir bilgi birikimi ve tecrübe ile değerlendirilmesi ve yorumlanması da önem arz etmektedir. Bu çalışmada insanlığın gelişiminde önemli bir yeri olan madenlerden bakır (Cu), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) gibi elementlerin n-gram analizlerinin yapılmasıyla son 200-250 yıllık dönemdeki sosyal, siyasal, kültürel ve ekonomik olayların paralelliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Yöntem ve Materyal

2.1. N-gram

N-gram, bir karakter dizisinde belli sayıdaki alt dizilerin tekrarlama sıklığından yararlanan bir istatistiksel analiz tekniğidir. Bu teknik dil bilimleri, olasılık, iletişim teorisi, doğal dil işleme ya da hesaplamalı biyoloji alanında sıra analizi gibi alanlarda kullanılmaktadır. N-gram, oluşturulacak alt dizinin uzunluğuna göre isim alır. N değeri 1 ise alt diziler tek karakterli olarak oluşturulur ve n-gram analizi aynı zamanda unigram olarak da isimlendirilir. İki karakter uzunluğunda, n değerinin iki olduğu uygulamalar bigram, üç karakter uzunluğunda ve n değerinin üç olduğu durumlarda ise trigram terimi kullanılır. N sayısının dört ve üstü olduğu durumlar özel bir isimle anılmaz, yalnızca dörtgram, beşgram, altıgram v.b. şekilde anılır.

Google, kullanıcılarının veri tabanına kayıtlı 1.500.000'den fazla kitap üzerinde n-gram istatistiksel analiz yöntemi ile analiz yapabilmeleri için n-gram arayüz uygulamasını hizmete sunmuştur. Bu uygulama çok çeşitli alanlarda kullanılarak farklı analiz sonuçları elde etmeye olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma için ise Google'ın n-gram analiz arayüzü yalnızca en temel biçimde kullanılacaktır. Çalışmada Google veri tabanında bulunan kitaplar içerisinde "base metals" ile ilgili temel kavramların ne oranda bulunduğu belirlenmeye çalışılacaktır. Bu şekilde "base metals" ile ilgili kavramların literatürde tekrar etme oranları tespit edilecektir. Bu kavramların geçme sıklıklarının birbirleri ile karşılaştırılması ve tarih içerisindeki değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmacılar bir kavramın literatürde tekrarlanma sıklığının o kavrama, bilimsel ilgi duyan kişiler tarafından atfedilen önemin bir göstergesi olduğunu düşünmektedirler.

Ayrıca bu kavramların ne zaman ortaya çıktıkları, yıllar içerisinde kullanılma sıklıklarının artış ve azalışları, ilişkili kavramların kullanım sıklıklarının birbirlerine oranlarının değişimi vb. de baz metaller ile ilgili kavramlara ait ilgiye dair önemli bir veri teşkil etmektedir.

Yapılacak çalışmanın baz metaller ile ilgili sıra dışı bir analiz tekniği ve sıradışı bir bakış açısı sunması umulmaktadır. Çalışma ile toplanacak veriler baz metaller ile ilgili kavramların literatürdeki tarihi değişimleri ile nicel verilere dayalı daha sağlam temeller oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

Bakır (Cu), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) elementi insanlık tarihinin ilk dönemlerinden beri bilinmekle birlikte, Sanayi Devrimi sonrasında daha da önem kazanmıştır. Diğer bazı metallerin de zaman zaman bu üç element içine dahil edilmesine rağmen bu üç element baz metaller kavramı ile akla gelen ilk elementlerdir. Baz metal, değerli metallerin (altın, gümüş) aksine daha bol bulunan ve daha ucuz olan elementlerdir. İnsanlığın ilk yıllarında simyacıların ana uğraşlarından biri baz metalleri altın, gümüş gibi değerli metallere dönüştürme gayreti olmuştur. Baz metaller zaman zaman madeni para olarak da değişik medeniyetlerce kullanılmışlardır.

N-gram analizi kapsamında geçmiş siyasi-askeri-sosyal olayları değerlendirmek için uygun anahtar kelimeler seçilmeye çalışılmıştır. Baz metal literatürde Cu-Pb-Zn elementleri için genel bir kullanıma sahip olduğu için ilk anahtar kelime olarak "baz metal (base metal)" anahtar kelimesi, seçilmiş ve analiz yapılmıştır. Ayrıca bu kelimenin değişik kullanım versiyonları da analizde kullanılmıştır (baz metaller→ base metals; baz metal yatakları → base metal deposits; baz metal maden yatakları→ base metal ore deposits vs). Ayrıca elementler tek tek ele alınmış ve bakır→ copper; kurşun→ lead; çinko→ zinc anahtar kelimeleri literatürde daha çok emtia amaçlı olarak kullanılan kavramlar olarak ele alınmıştır. Bunun dışında maden olarak aynı kavramlar analiz edilmiştir. Bu kapsamda ise bakır madeni→ copper deposit; kurşun madeni→ lead deposit ve çinko madeni→ zinc deposit olarak n-gram analizinde anahtar kelimeler olarak seçilmiştir.

2.2. Bakırın İnsanlık Tarihi Boyunca Kısa Geçmişi

Bakır (copper) ismi, Kıbrıs'ta Roma döneminde madenciliği yapılırken Kıbrıs madeni anlamında "aes of Cyprus" kelimesinin zamanla Latince'ye "cuprum olarak dönüşmesi ve sonrasında da Eski İngilizce'de coper olarak kullanılmaya başlaması ile oluşmuştur. Bakır doğada bulunduğu şekliyle doğrudan kullanılabilen az sayıda elementten biridir. Dikkat çekici renginin (turuncu, kızılımsı renkler) yanında bu özelliğinin de bir sonucu olarak İ.Ö. 8.000'li yıllardan beri bakır bilinmekte ve kullanılmaktadır. Ancak 3.000 yıl sonra sülfid minerallerinde ergitme yöntemiyle kazanımı öğrenilmiştir. İ.Ö. 3.500'lü yıllarda ise kalayla alaşım yapılarak bronz elde edilmesi öğrenilmiştir (Mc Henry, 1992).

Bakır minerallerinden azurit, malakit ve turkuaz geçmişte daha çok pigment olarak kullanılmıştır. Bakırlı bileşikler bakteriostatik ajanlar, mantara karşı koruyucu ve ahşap koruyucu olarak da kullanılmıştır. Cu yüksek termal ve elektrik iletkenliğine sahip yumuşak ve sünek metaldir. Alaşım olarak mücevherat işlerinde, yapı malzemesi olarak, eski dönem

fotoğrafçılık teknolojisinde, dekoratif sanatlarda, madeni para içeriğinde ve 18. yüzyılda gemilerin su altı gövdelerinin yapımında vb. amaçlarla kullanılmıştır. Cu ayrıca spekülasyon amaçlı yatırım olarak da kullanılmıştır.

Bakır 10.000 yıldır bilinmesine rağmen, insanlık tarihi boyunca madenciliği yapılan ve izabe yolu ile kazanılan bakırın %95'i 1900'den sonra gerçekleştirilmiştir. Bunun da yarıdan fazlası son 25-30 yıl içinde yapılmıştır.

Bakır fiyatları yaşanan ekonomik, siyasal ve sosyal olaylara bağlı olarak sürekli değişiklik göstermiştir. Bakırın kültürel rolü özellikle döviz kurları açısından önemlidir. İ.Ö. 6. ve 3. yüzyıllar arasında bakır topakları Romalılarca para olarak kullanılmıştır. Julius Caesar kendi döneminde adına pirinçten para bastırmışken, Octavianus Augustus Caesar'ın sikkeleri Cu-Pb-Sn alaşımlarından yapılmıştır. Sanayi Devrimi'ne kadar Roma bakır madenciliği hep başat konumda olmuştur. Madencilik yapılan merkezler Kıbrıs, İspanya ve merkezî Avrupa olmuştur (Hong vd.,1996).

Elektrik döneminde 1880'lerden büyük krizin olduğu 1930'lara kadar bakıra talep hep artmıştır. Bu dönem içerisinde dünya bakır üretiminin 1/3'ünü ABD gerçekleştirmiştir. Daha sonraları gelişen metotlarda üretim maliyetleri çok aşağılara çekilmiş, Finlandiya 1949'lardan sonra önemli bakır üreticilerinden olmuştur.

Yukarıda da belirtildiği gibi bakır, dünya çapındaki altyapı büyümesinden beklenen tahmini artış ve rüzgar türbinleri, güneş panelleri ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilmesindeki önemli rolü nedeniyle spekülatif bir yatırım aracı olarak kullanılabilmektedir. **(**Mining.com editör, 2019). Elektrikli otomobillerin geleneksel otomobillere göre ortalama 3.6 kat daha fazla bakır içermesi bakır talebine olumlu etki etmektedir. Bu da gelecek için bakıra yatırımı teşvik etmekte, alternatif bir yatırım olarak bakır öne çıkmaktadır.

2.3. Kurşunun İnsanlık Tarihi Boyunca Kısa Geçmişi

Kurşun (Pb) nispeten reaktif olmayan geçiş-sonrası metaldir. Reaktif olmaması, kolay kazanımı gibi özellikleri nedeniyle Pb, tarih öncesi dönemden beri bilinmektedir. Geçmişte de kullanılmış olmakla birlikte Sanayi Devrimi ile kullanımı yaygınlaşmıştır. Fiziksel özelliklerinin yanı sıra nispeten bol bulunması, düşük maliyeti nedeniyle inşaat, sıhhi tesisat, batarya, mermi/saçma/top mermisi, ağırlıklar, lehimler, kalaylar, eriyebilir alaşımlar, beyaz boyalar, kurşunlu benzin ve radyasyon kalkanı olarak kullanılmış ve kullanılmaktadır.

19. yy'ın ortalarına kadar Britanya en büyük kurşun üreticisi iken bu tarihten sonra liderliğini kaybetmiş, kurşun madenciliğinde başat rolü Almanya, İspanya ve ABD almıştır. 1900'lere kadar ABD dünya kurşun üretiminde birinci sırada iken, onu Avrupalı olmayan milletler (Kanada, Meksika ve Avustralya) izlemiştir.

İnsanlığın ilk zamanlarında yaygın kullanımına rağmen 19. yüzyıl sonlarına doğru kurşunun toksik özellikte olduğu keşfedildikten sonra kullanımında ciddi bir azalma meydana gelmiştir. Ancak kurşunun tamamen kullanımı bitmiş değildir. Kurşuna bağlı sağlık problemlerinin artışı ile 1870-1880'lerde ilki İngiltere'de olmak üzere kurşunun yasaklanmasına dair yasal düzenlemeler yürürlüğe girmeye başlamıştır, 2000'lerden sonra ise küresel ölçekte yasaklamalar yürürlüğe girmiştir. Ancak sanayide değişik amaçlarla hala kurşun kullanımı

devam etmektedir. Kurşunun kullanımı ile ilgili yasaklamaların n-gram analizini etkileyecek düzeyde olmadığı Şekil 2'deki grafikten izlenmektedir.

2.4. Çinkonun İnsanlık Tarihi Boyunca Kısa Geçmişi

İnsanlığın tarihte ilk kullandığı elementlerden biri de çinko (Zn)'dur. Çinko (Zn) oda sıcaklığında gevrek bir metaldir. Demir, alüminyum ve bakırdan sonra en yaygın kullanılan dördüncü metaldir. Sanayii Devrimi sonrasında kurşun üretimi bakır gibi zirve yapmış ve Roma dönemi üretiminin çok ötesine geçmiştir.

Pirinç, bakır ve çinkonun değişik oranlarda karışımını ihtiva eden bir alaşım olarak İ.Ö. 3. Milenyum'a kadar kullanılan bir alaşımdır. Özellikle bu dönemde Anadolu, Irak, Arabistan Yarımadası, Türkmenistan ve Gürcistan çinkonun kullanıldığı bölgelerdir. 2. Milenyumda ise Batı Hindistan, Özbekistan, İran ve Suriye'de kullanıldığına dair kayıtlar mevcuttur. Geçmişte kullanılmasına rağmen, 12. yüzyıla kadar yaygın olarak üretimi yapılmamıştır. Günümüzde ise çinko yaygın olarak antikorozyon ve galvenizleme alanlarında kullanılmaktadır. Ayrıca çinkonun pirinç ve bronz yanında diğer alaşımları ve başka kullanım alanları da söz konusudur.

3. Bulgular ve Tartışma

Bakır, kurşun ve çinko elementlerinin tarihsel süreç içinde kullanım sıklığının, yaşanan siyasal, sosyal ve ekonomik olaylarla ilişkisini irdelemek amacıyla n-gram analizleri gerçekleştirilmiştir. Bakır, kurşun ve çinko elementleri birlikte madenciliği yapılan, kimyasal özelliklerinin yakınlıkları nedeniyle alaşımları üretilebilen elementlerdir. Bunun yanı sıra fiziko-kimyasal yakınlıkları nedeniyle de bir ortak kavram başlığı altında da ifade edilme özelliklerinden yararlanılarak n-gram için uygun anahtar kelimeler seçilmiş ve yapılan analizlerin 1750 ile 2008 yılları arasındaki tarihi, sosyal, kültürel, siyasal kronoloji ile ilişkisi irdelenmiştir.

İlk grafik, 1750 yılından google n-gram analiz arayüzünün izin verdiği son tarih olan 2008 yılını içine alan bir periyodu kapsamaktadır. Analiz yapılırken yumuşatma faktörü olarak varsayılan değer olan 3 kullanılmıştır. Herhangi bir operatör kullanılmadığından analizde case insensitive seçeneği işaretlenerek "base metals" teriminin büyük-küçük tüm yazım modları araştırmaya dahil edilmiştir. Bu kapsamda önce baz metaller "base metals" kavramı anahtar kelime olarak seçilmiştir. Analizde İngilizce corpus tercih edilmiş ve anahtar kelimeler de İngilizce olarak kullanılmıştır.

Baz metaller için üretilmiş n-gram grafiği (Şekil 1) incelendiğinde Sanayi Devrimi'nin başladığı 1760'lı yıllarda baz metaller kavramının kullanım sıklığının zirve yaptığı görülmektedir. Kullanım sıklığındaki artış, gelişen Sanayi sektöründeki talebin bu madenlerin arzından yüksek olmasının etkisiyle izah edilmiştir. Zamanla özellikle de maden rezervlerine sahip devletlerin sömürgeleştirilmesinin etkisiyle arzın talep ile dengeye ulaştığı, baz metal elementlerin madencilik piyasasında aktörlerin azlığının ve nispeten istikrarlı siyasal-sosyal ortamın da etkisiyle 1800-1840 yılları arasında baz metallere ait n-gram grafiğinde bir durağanlığın yaşanan bu süreçlere paralel olarak geliştiği görülmektedir (Şekil 1). Grafikte baz metallere ilişkin durağanlaşmanın görüldüğü dönem, aynı zamanda genel Dünya siyasetinde göreli bir barışın sağlandığı dönemdir (Kennedy, 1991). Yayılmacı politikalar izleyen ve kendisini Fransa İmparatoru da ilan eden Napolyon Bonapart'ın 1812'de Rusya'ya yenilmesi,

1815 Viyana Konferansı ile barışın sağlanması Dünya'da belli bir düzeni oturtmuştur. Ancak istikrarlı dönem uzun sürmemiştir.

Pazarda Almanya, İspanya, ABD'nin de etkin olması ve sanayi ihtiyaçlarına bağlı olarak talebin de artması ile 1841'den 1920'lere kadar artan bir trend söz konusudur. 1840'lı yıllardan itibaren demiryolları ağının yaygınlaşması da (Ponting, 2011) Dünyada metal kullanımını tetiklemiştir. 1850'lerde Dünya siyasetinde Japonya'nın kabuğuna çekilmiş halini terk ederek dışa açılma politikası izlemeye başlaması, 1860'larda ABD'de iç savaşın başlaması, 1871'de Alman Birliği'nin kurulması, 1904-1905 Rus-Japon Savaşı'nı Japonya'nın kazanması dönemin gerginleşen siyasal ortamının ve büyük bir paylaşım savaşı olan 1. Dünya Savaşı öncesinin işaretleridir (Kennedy, 1991). Wall Street'teki New York Borsası'nın çökmesiyle başlayan Ekim 1929'daki Büyük Buhran (Ekonomik Kriz) zengin ülkeleri benzeri görülmemiş şekilde vurmuştur (Piketty, 2015). 1929 Krizi, Dünya genelinde ekonomide liberalizmin gerilemesi ve devletçiliğin yükselmesiyle sonuçlanmıştır. Ekonomide devletin ağırlığının artması baz metallere olan ilgiyi de arttırmıştır. dolayısıyla literatürde baz metallerle ilgili kullanım da artmıştır. N-gram analizinde 1930'lara doğru başlayan yükselmenin anlamı budur.

II. Dünya Savaşı yıllarında gerek teknolojideki ihtiyaçların, gerekse silah ihtiyacının da etkisi ile elementlere talep artmış olup, bu artış n-gram analizinden de takip edilmektedir. Çin'in Dünya ticaretinde daha yüksek hacimde yer alması ile 1960'a kadar piyasanın çeşitliliği ve rekabetin artışı bir yükseliş trendi göstermekte olup, 1970 sonrasında dönemsel artışlarla birlikte bir miktar düşme söz konusudur. Baz metallere ait n-gram grafiği ile sosyal/siyasal/ekonomik olayların birbiriyle ilişkili bir trende sahip oldukları görülmektedir (Şekil 1).

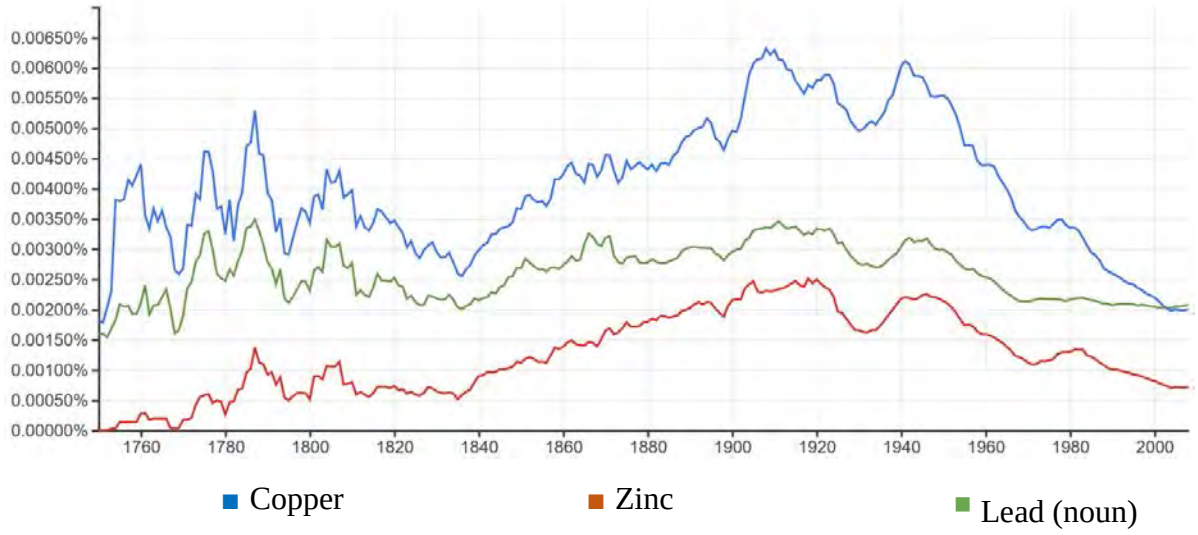


Şekil 1. Baz metaller n-gram analizi

N-gram analizi "kurşun (lead)", "bakır (copper)" ve "çinko (zinc)" ayrı ayrı yapılarak bir grafik üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2). Baz metaller için oluşturulan grafikle benzer bir trend bu grafikte de görülmektedir. N-gram analizi yapılırken "lead"in liderlik anlamı da taşımasından dolayı literatürde sadece "kurşun"un kullanım sıklığının bulunması amacıyla n-gram analizi "lead"in isim formunda gerçekleştirilmiştir.

Grafikte bakır değerlerinin kullanım sıklığının en fazla olduğu görülmektedir. 1929 yılındaki ekonomik krizin etkisi ile tüm baz metallerde düşme, sonrasında ise yükselme trendi rahatlıkla görülmektedir.

Bakır çinko ve kurşun elementlerinin üçü de baz metaller olarak bir grup içerisinde yer aldıklarından, 1750'lerden 2000'lere kadar tüm grafik boyunca her üç metalin iniş çıkış trendlerinde yüksek oranda paralellik görülmesi tatmin edicidir.



Şekil 2. "copper,zinc,lead_Noun" anahtar kelimelerinin n-gram analiz grafiği

Şekil 2'deki grafik için yapılan analizde 1750-2008 tarih aralığı kullanılmıştır. Bu grafik oluşturulurken yumuşatma faktörü olarak 3 kullanılmıştır.

4. Sonuçlar

Gerek baz metaller, gerekse baz metal grubu içinde yer alan bakır, kurşun ve çinko elementleri n-gram analizine tâbi tutularak, bahse konu kavramlarla ilişkili anahtar kelimelerin 1750 ile 2008 yılları arasını kapsayan dönem için kullanım sıklıkları ve bu dönem arasındaki sosyal/siyasal/ekonomik olaylarla ilişkisi irdelendiğinde yaşanan olaylarla bu kavramların literatürdeki kullanım sıklığının anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla uygun kavramlar seçilerek yapılacak n-gram analizleri sosyal, siyasal ve ekonomik olayları tahlil etmede bir yardımcı yöntem olarak kullanılmaya elverişli olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

_____, (2019), *Will the Transition to Renewable Energy Be Paved in Copper?"*. https://www.renewableenergyworld.com/2016/01/15/will-the-transition-to-renewable-energy-be-paved-in-copper/#gref *15 January 2015. Retrieved 13 January 2019.*

Eğilmez M. (2015), *Ekonomi Sözlüğü*. http://www.mahfiegilmez.com/p/ekonomi-sozlugu.html.

Hong, S.; Candelone, J. P.; Patterson, C.C.; Boutron, C.F. (1996), "History of Ancient Copper Smelting Pollution During Roman and Medieval Times Recorded in Greenland Ice". Science. 272 (5259): 246–249.

Kennedy, P., (1991), *Büyük Güçlerin Yükseliş ve Çöküşleri,* Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 4. Baskı, Çev: Birtane Karanakçı, Ankara.

Mc Henry, C. (1992), The New Encylopedia Britanicca. Chicago: Encylopedia Britannica, Inc.612. *ISBN 978-0-85229-553-3*

Mining.com editör, (2019)**,** *"Global copper market under supplied, demand on the rise — report". https://www.mining.com/global-copper-market-supplied-demand-rise-report/. 6 January 2019. Retrieved 13 January 2019.*

MTA Raporu, (2018), *Türkiye'de ve Dünyada Altın*.

Piketty, T., *Kapital,* (2015), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Çev: Hande Koçak, 2. Baskı, İstanbul.

Ponting, C., *Dünya Tarihi*, (2011), Çev: Eşref Bengi Özbilen, Alfa Tarih, 2. Baskı, İstanbul.

N-gram Yöntemi İle Değerli Metallerin Sosyal/Siyasal/Ekonomik Olaylarla İlişkisinin Değerlendirilmesi

Alaaddin VURAL[1], M. Nuri URAL[2], Ali ÇİFTÇİ[3]

ÖZET

Bu çalışmada hem toplumların kalkınmasında önemli yeri olan hem de ekonomik değeri yanında toplumsal ve siyasal etki ve öneminin de bulunması nedeniyle altın, gümüş gibi değerli metaller ele alınmış ve bu metallerin n-gram analizi yapılarak son 250 yıllık dönemin sosyal, siyasal, ekonomik olaylarıyla ilişkileri irdelenmiştir. Çalışma kapsamında Google'ın hazırladığı arayüz kullanılarak Ekim 2019 döneminde n-gram analizi gerçekleştirilmiştir. Tarama Google books veri tabanına kayıtlı olan 1750-2008 yılları arasın ait eserler kapsamında gerçekleştirilmiştir. Dil olarak İngilizce; yumuşatma faktörü olarak ise 3 seçilmiştir. Elde edilen n-gram verileri, incelenen dönemdeki toplumsal, siyasal ve ekonomik olaylarla karşılaştırılmıştır.

Altın, gümüş ve değerli metal kavramları kullanılarak yapılan n-gram analizi çalışmasının sonucunda, 1750'lerden sonra 1900'lü yılların başlarına kadar bir yükseliş trendinin olduğu görülmüştür. Bahse konu tarihler ABD'nin siyasal hayatta aktif rolünün arttığı döneme denk gelmekte olup, sömürgecilik/emperyalizm faaliyetlerinin de zirve yaptığı dönemlerdir. Dünyanın yeniden şekillendiği 1900'lü yıllar ve sonrasında ise düşme trendi gözlenmiştir. Grafikteki 1900-2000 yılları arasındaki dalgalanmaların ufak sapmalarla birlikte ilgili dönemde yaşanan siyasal, askeri, toplumsal ve ekonomik olaylarla paralellik gösterdiği görülmüştür. Dolayısıyla n-gram analizi ile toplumda önemli bir işleve sahip altın/gümüş ve ilişkili kavramların kullanım sıklığı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: N-gram Analizi, Altın, Gümüş, Değerli Metaller, Asil Metaller, Dünya Siyaseti

[1]Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE
[3]Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İİBF-Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü; GÜMÜŞHANE

Evaluation of the Relationship between Precious Metals and Social / Political / Economic Events by n-gram Method

ABSTRACT

In this study, precious metals such as gold and silver have been taken into consideration because of their social and political influence and importance as well as their economic value, which have an important place in the development of societies, and the relations of these metals with the social, political and economic events of the last 250 years have been examined. In the scope of the study, n-gram analysis was performed in October 2019 using the interface prepared by Google. The research was carried out within the scope of the works belonging to the years 1750-2008 registered in the Google books database. English was chosen as the language and 3 was chosen as the smoothing factor. The obtained n-gram data were compared with the social, political and economic events in the period studied.

As a result of the n-gram analysis study using the concepts of gold, silver and precious metal, an upward trend was observed after the 1750s until the early 1900s. These dates coincide with the period in which the active role of the US in political life increased and the peak of colonialism / imperialism activities. In the 1900s when the world was reshaped and a downward trend was observed. It is seen that the fluctuations between the years 1900-2000 in the graph are in line with the political, military, social and economic events experienced in the related period. Therefore, a linear relationship was found between n-gram analysis and frequency of use of gold / silver and related concepts, which have an important function in society.

Keywords: N-Gram analysis, Gold, Silver, Precious Metals, Noble Metals, World Politics

1. Giriş

Var olan verilerin sayısal ortama aktarılarak özellikle de internet aracılığı ile ulaşılabilirliğinin artması, yeni metotlarla bahse konu verilerin detaylı incelenmesine imkân sunmaktadır. İnternet aracılığı ile ulaşılabilir verilerin işlenmesi/değerlendirilmesi amacıyla birçok metot geliştirilmiş olup, bu metotlardan biri de n-gram analizidir. Google tarafından sunulan n-gram analiz arayüzü ile özellikle Google Kitaplar veri tabanında anahtar kelimeler kullanılarak araştırma yapılabilmekte ve hedeflenen kavram, olgu, olay vb. konuların 1700'lü yıllardan günümüze kadar geçen süreçteki kullanım sıklık oranları grafiksel olarak incelenebilmektedir.

Altının insanlar tarafından kullanımı 6000 yıl öncesine kadar geriye gitmekte olup, ilk kayıtlara ise İ.S. 77 yılında Hindistan'da rastlanmıştır. İnsanlığın ilk dönemlerinden beri süs-mücevherat eşyası olarak kullanılan altın, özellikle Aydınlanma Çağı'ndan sonra hükümetlerin ve merkez bankalarının rezervlerinde ekonomik güç amaçlı olarak tutulmaktadır. Dolayısıyla genel-geçer ekonomik araç olarak geçmişten günümüze toplumlarda yer bulması nedeniyle altın/altın madenleri/madenciliği her zaman önemli olmuştur. Jeokimyasal özelliklerinin birbirine yakın olması nedeniyle altınla birlikte rastlanan ve ekonomik güç olarak altın kadar olmasa da toplumda değer verilen gümüş elementi de toplumlarda ekonomik güç olarak görülmüş, devletler tarafından para olarak da kullanılmıştır. Dolayısıyla gerek jeolojik/jeokimyasal gerekse siyasal/ekonomik olarak yakın ilişki içinde olan altın ve gümüş (precious metals, değerli metaller) elementlerinin literatürdeki kullanım sıklıklarının birlikte ele alınmasının önemli sosyal/siyasal/ekonomik olaylarla ilişkide olması beklenen bir durumdur. Bu husus dikkate alınarak bahse konu elementler için yapılan n-gram analizinde altın, gümüş ve değerli metal kavramları birlikte incelenmiştir.

2. Yöntem ve Materyal

2.1. N-gram

N-gram oluşturulacak alt dizinin uzunluğuna göre isim alır. N değeri 1 ise alt diziler tek karakterli olarak oluşturulur ve n-gram analizi aynı zamanda unigram olarak da isimlendirilir. İki karakter uzunluğunda, N değerinin iki olduğu uygulamalar bigram, üç karakter uzunluğunda ve N değerinin üç olduğu durumlarda ise trigram terimi kullanılır. N sayısının dört ve üstü olduğu durumlar özel bir isimle anılmaz, yalnızca dört gram, beş gram, altı gram v.b. şekilde anılır.

Google, kullanıcılarının, veri tabanına kayıtlı 1.500.000'den fazla kitap üzerinde n-gram istatistiksel analiz yöntemi ile analiz yapabilmeleri için n-gram arayüzü uygulamasını hizmete sunmuştur. Bu uygulama çok çeşitli alanlarda birçok farklı analiz parametresi kullanılarak farklı analiz sonuçları elde etmeye olanak sağlamaktadır.

N-Gram analizinde külliyat (toplam metin bloğu) içerisinde aranan kelimelerin geçme oranlarının hesaplanması esastır. İstenirse bu oranlar kullanılarak hangi kelimelerin art arda geldikleri hesaplanabilir. Hatta bu ihtimaller hesabı kelime tahmininde de kullanılabilir. Örneğin cep telefonuna bir kelime yazıldığında olasılık hesabına göre yazılan kelimeyi takip etmesi en yüksek olasılık dahilindeki kelimelerin kullanıcıya öneri olarak sunulması gibi.

Hemen bir cümle üzerinde konu şöyle örneklendirilebilir:

Cümle: "**Altının insanlık açısından kısa tarihçesi"** olsun. Bu cümlenin unigram kelime analizi

Altının
insanlık
açısından
kısa
tarihçesi

şeklinde olacaktır. Toplam 5 kelime olduğu ve her biri birer kere geçtiği için ise geçme sıklıkları %20 (0,2) olarak hesaplanacaktır.

Aynı cümlenin bigram analizinde ise

Altının insanlık
insanlık açısından
açısından kısa
kısa tarihçesi

olmak üzere beş kelime çifti oluşacaktır. Yine bu kelime çiftlerinden hiçbiri birden fazla tekrar etmediğinden her bir kelimenin görülme olasılığı yine %20 (0,2) olacaktır.

Son olarak trigram analizi yapalım.

Altının insanlık açısından
insanlık açısından kısa
açısından kısa tarihçesi

şeklinde 3 adet trigram oluşacaktır. Dikkat edilecek olunursa bu örnekte corpus (külliyat) olarak 5 kelimeden oluşan çok kısa bir metin bloğu seçilmiştir. Daha uzun metin bloklarında n-gramların geçme ihtimalleri değişecek, farklı kelime çiftleri farklı oranlarda görülecektir. Bu da bize tüm ihtimaller uzayında bizim aradığımız n-gramın geçme ihtimalinin göreli yüzdesini hesap etme imkanı sunacaktır.

Bu çalışma Google'a kayıtlı kitapların yer aldığı veri tabanında İngilizce külliyat (English corpus) esas alınarak İngilizce anahtar kelimeler ile yapılmıştır. Grubun genel tanımlayıcısı olan değerli metaller (precious metals) teriminin yanı sıra, "Au+Ag deposit"+"Au_Ag deposit", gold deposit +Gold deposit+Au deposit, silver deposit+Silver deposit+Ag deposit terimleri aramaya dahil edilmiştir.

Yapılacak çalışmanın "Precious Metals" ile ilgili sıra dışı bir analiz tekniği ve sıradışı bir bakış açısı sunması umulmaktadır. Çalışma ile toplanacak veriler "precious metals" ile ilgili kavramların literatürdeki tarihi değişimleri ile nicel verilere dayalı daha sağlam temeller oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

2.2. Altının İnsanlık Tarihinde Kısa Geçmişi

Altının İngilizce ismi olan "gold" eski İngilizce'de sarı anlamında kullanılan "geolo" kelimesinden türemiştir. Sembolu olan "Au" ise Latince "aurum" (parlayan buğday tanesi) kelimesinden gelmektedir. Altın bir geçiş elementidir. Değeri tarih boyunca itibarlı bir element olmasının yanında kimyasal özelliklerinin çok özel olması ile de ilgilidir. Altın kimyasal olarak

duraylı bir elementtir. Elektrik iletkenliği, işlenebilirliği, kolay şekil verilebilmesi, çekici metalik sarı rengi gibi özellikleri nedeniyle insanlığın ilk çağlarından beri bilinmekte ve kullanılmaktadır. Başlangıçta muhtemelen dikkat çekici rengi nedeniyle estetik bakış açısıyla önemsenmiş ve süs malzemesi olarak kullanılmıştır (Smirnov, 1962). Bu amaçla kullanımı için tarih İ.Ö. 3000 yıllarına, Sümer mezarlarına (Ur, Mezopotamya) kadar götürülmektedir. Sonrasında ise emeğin bedelinin ödenmesinde, mal alışverişinde para olarak kullanılmıştır. Ülkelerin büyüklüğü ve gücünün ölçüsü gibi bir çok alanda bir kıyaslama aracı olarak da kullanılan altın giderek yüksek bir değer kazanmıştır. Altın ve altın madenciliğinin toplumda yerleşik hale gelmesi konusunda Romalıların etkisinin olduğu bilinmektedir. Medeniyetlerin beşiği olan Anadolu Coğrafyasında parlayan Lidya Medeniyeti altını İ.Ö. 700. yüzyılda ilk defa para olarak kullanmıştır. Aslında insanlığın belli bir medeni seviyeye ulaştığı pek çok yerde altın neredeyse eş zamanlı olarak sosyetede yer bulmuştur (Peru, Rusya, Afrika, Hindistan, Çin vb.). İ.Ö. 2000'e kadar altın ticaretinin bir şekilde tüm dünyada yaygın kullanım bulduğu bilinmektedir. Ağırlık sisteminin ilk kullanılmaya başlandığı Mezopotamya'da eşyaların değerini ölçmede ilk kullanılan standartlardan biri belki de ilki altın olmuştur (Örn: miskal-şekel Ortadoğu'da 11.3 gr altını standart kabul eden bir ölçü birimi olarak yaklaşık İ.Ö. 1500'de kullanıldı). Yunanlı tarihçi Herodot'a göre Batı Anadolu'da kurulan Lidya Medeniyeti'nin son kralı Karun, altın ve gümüş değerini bir birim altına 10 birim gümüşten oluşan bir alaşım ile sabit bir para birimi olarak kabul etmiştir. Belki tarihte altının ilk ayarının bu şekilde yapıldığı söylenebilir.

Kimyasal özelliklerinin verdiği avantajların bir neticesi olarak elektrik ve elektronik sanayilerinde, yüksek teknoloji ürünlerinde (bilgisayar, uzay teknolojisi, iletişim sektörü, savunma ve saldırı amaçlı silah sanayi vb.) bağlantılarda, elektronik devrelerin yüksek iletkenlik isteyen bölümlerinde, transistör ve yarı iletken sistemlerinin kaplanmasında kullanılmaktadır. Yüksek yansıtma kapasiteleri nedeniyle üzerine düşen kızılötesi ışınları %98 oranında yansıtması nedeniyle astronot başlıklarının göz yerlerine gelen kozmik ışınların zararlı etkilerinin engellenmesinde, uyduların yüzey sıcaklıklarının denetlenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bununla birlikte bugüne kadar çıkarılan altının yarıdan fazlası hükümetlerin ve merkez bankalarının elinde bulunmaktadır. Altın, her ülkede hem kağıt para emisyonunun güvencesi olarak hem uluslararası bir ödeme aracı olarak eskiden beri büyük önem taşımaktadır. Standart para birimi belirli bir ağırlıkta altın olarak kabul edilen veya para değerinin belli bir oranda altın değerine göre oranlandığı para sistemi kullanılmış/kullanılmaktadır (Eğilmez, M. 2015). Ülke içinde altın standardının benimsenmesi, uluslararası seviyede de altın standardının uygulanması sonucunu getirmektedir. Ülkeler altın standartını kullanmasa bile realitede uluslararası ticarette altın sistemi kendisine kaçınılmaz halde yer bulmaktadır. Dolayısıyla hiç bir şekilde altın sosyal/ekonomik hayattan dışlanamamaktadır. En çok altına sahip ülkeler ekonomik olarak da güçlü ülkeler olmaya namzet olduğu için altına sahip olma eğilimi daima varolmuştur. Bu yüzden de askeri olarak zayıf ülkeler bir şekilde egemen güçlerinin kontrolü altına girmiştir. En çok altına sahip olan ülkeler sıralandığında ABD, Almanya, İtalya, Fransa, Rusya, Çin, İsviçre, Japonya, Hollanda en başta gelen ülkelerdir. Bu ülkelerin tarihine bakıldığında da bölgesel veya küresel ölçekte geçmişten günümüze değişik dönemlerde emperyal/sömürgeci ülkeler olduğu görülmektedir. Türkiye tarihi ve coğrafi konumunun bir gereği ve ekonomik gücününün de bir yansıması

olarak bu sıralamada Hollanda'dan sonra gelmektedir. Günümüz dünyasında 3. sırada altına sahip güç ise uluslararası bir örgüt olan ve ekonomik güç atfedilen Uluslararası Para Fonu (IMF)'dur. Bunların yanında Hindistan, Avrupa Merkez Bankası sırasıyla büyük miktarda altına sahiptirler (Tablo 1). Ençok altına sahip ülkeler ile en fazla altın maden rezervine sahip ülkeler birebir örtüşmektedir (Avustralya, Rusya, Güney Afrika, ABD, Endonezya, Peru şeklinde devam ediyor) (Tablo 1).

Tablo 1. En çok altına ve en çok altın madeni rezervine sahip ülkeler (MTA Raporu, 2018).

En çok altına sahip ülkeler	**Miktar**	**En çok altın rezervine sahip ülkeler**	**Rezerv (ton)**
ABD	8135	Avustralya	9.100
Almanya	3372	Rusya	8.000
IMF	2814	Güney Afrika	6.000
İtalya	2451	ABD	3.000
Fransa	2436	Endonezya	3.000
Rusya	1890	Peru	2.800
Çin	1842	Brezilya	2.400
İsviçre	1040	Kanada	2.000
Japonya	756	Çin	1.900
Hollanda	612	Özbekistan	1.700
Türkiye	595	Meksika	1.400
Hindistan	558	Papua Yeni Gine	1.200
Avrupa Merkez Bankası	504	Gana	1.200
Tayvan	423	Türkiye	1.175
Portekiz	382	Diğer	11.125
Toplam	**27.810**	**Toplam**	**56.000**

2.3. Gümüşün İnsanlık Tarihi Açısından Kısa Geçmişi

Gümüş insanoğlunun altın ve bakırdan sonra keşfettiği ilk elementlerdendir. Latince beyaz, parlak anlamında "argentum" kelimesinden türemiştir ve kimyasal sembolünü de aynı kelimeden Ag olarak almıştır. Altın kadar olmamakla birlikte değerli bir metaldir ve genellikle altın ile birlikte "değerli metaller" (precious metals) olarak adlandırılmaktadır. Altın doğada az bulunmasına rağmen bulunduğu ilk dönem insanlarının ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olması, ayrıca can alıcı rengi ve benzeri özelliklerinden dolayı daha cazip görülmesi nedeniyle insanoğlunun dünya genelinde daha yaygın kullandığı bir element olmuştur. Gümüşün İ.Ö.

3100 yıllarında Mısırlılar ve İ.Ö. 2500 yıllarında Çinliler ve Farslar tarafından kullanıldığı bilgisine kayıtlarda rastlanmaktadır. Yunan tarihinde de Atina gümüş madenlerinden bahsedilmektedir. İ.Ö. 800 yıllarında Nil ve çevresinde gümüşün para olarak kullanıldığı bilinmektedir. Gümüşü ilk defa Romalıların işletmeye başladığı görüşü daha fazla kabul görmektedir. Gümüş, geçmişte daha çok doğal gümüş yataklarından elde ediliyordu. Ayrıca bazı yataklarda saf gümüşün yanı sıra, altın, bakır, kurşun gibi diğer bazı metallerle alaşımlarından gümüş elde edilmesi söz konusu idi. Sanayinin ilerlemesi ile birlikte karışık ve saf olmayan gümüş cevherlerinden de gümüş elde edilmesinin imkanları doğmuştur. Günümüzde gümüş epitermal altın yataklarında yan ürünü olarak; bakır, kurşun, çinko madenlerinde özellikle de kurşun ile birlikte yan ürün olarak kazanılmaktadır.

Gümüş, ışığı çok iyi yansıtmasının yanı sıra kolayca şekil verilebilen, sünek bir metaldir. Öyle ki 1 gram gümüşten neredeyse 2 km uzunluğunda ince tel çekilebilmektedir. Atmosferik koşullarda oksitlenmeye (paslanmaya) karşı bakırdan daha yüksek, altından ise daha düşük dirençte bir elementtir. Yüksek iletkenlik göstermektedir. Periyodik tabloda ağır metal grubu içinde bulunan gümüşün birçok özelliği bakıra da benzemekle birlikte altın ile daha yakın bir ilişkiye sahiptir. Ekonomik olarak da altından düşük, bakırdan yüksektir. Geçmişte süs materyali olarak da kullanılmış olan gümüş ayrıca bir nevi ekonomik bir standart/para olarak kullanılmasının yanı sıra fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle fotoğraf sanayiinde, elektronikte, alaşımlarda, dişçilikte kullanılmıştır. Ayrıca yapay yağmur yağdırmada, ayna sırlarının yapımında, bilgisayar röle ve kontaklarında, pil yapımında kullanılmış ve kullanılmaktadır. Özellikle elektriğin sosyal hayatta kullanılması ile birlikte, elektriği iyi ilettiği için bir dönem elektrik teli olarak da kullanılmıştır. Ancak nadir bulunması ve değer olarak da bakıra göre daha maliyetli olması nedeniyle artık yaygın elektrik teli amacıyla kullanılmamaya başlanmıştır. Günümüzde ise daha çok süs eşyası olarak, aynı yapımında, fotoğraf maddeleri elde etmek amacıyla fotoğrafçılıkta, boyalarda, bazı ilaçların ve alaşımların üretilmesinde kullanılmaktadır. Hatta acil ihtiyaç durumunda deniz suyundan içilebilir su elde etmek için gümüş zeolitler kullanılmaktadır. Ayrıca Türkiye gibi bazı ülkelerde altın gibi gümüşle tanımlanan para sistemi olarak da kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, gümüş ve altının gerek kimyasal/fiziksel özellikleri gerekse ekonomik olarak insanların hayatında birlikte yer bulması nedeniyle bu elementlerin toplumsal, siyasal ve ekonomik hayat içindeki dönemsel kullanım yoğunluğu n-gram analizi ile ele alınmış ve paralelliklerinin olup olmadığı araştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada öncelikle n-gram analizi “precious metals” olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). N-gram analizi 1750-2008 yılları dikkate alınarak hazırlanmıştır.

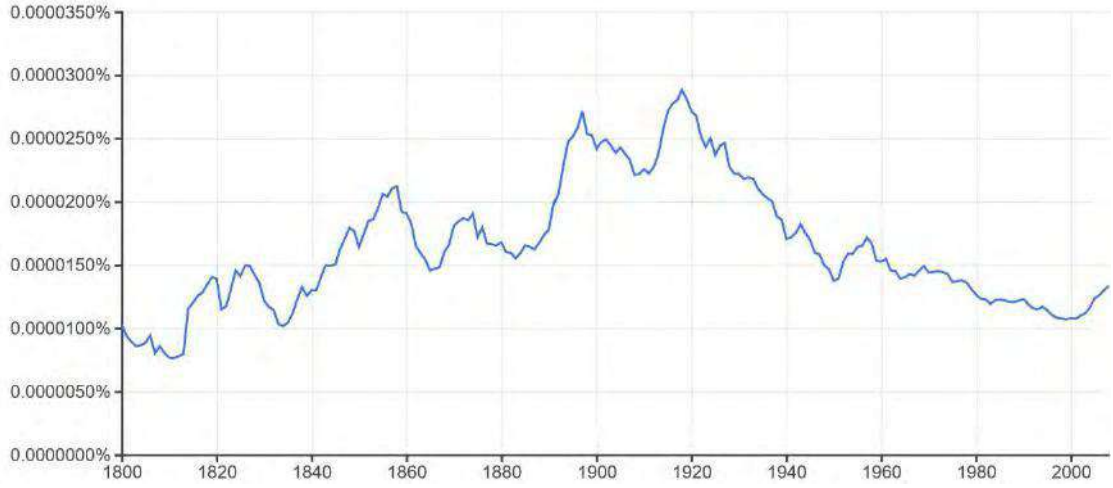
1789 Fransız Devrimi’nden sonra kısa süreliğine “assignat” adıyla kâğıt paraya geçilmesi, enflasyonu arttırmıştı. Altın ve gümüşün değerini düşürmesi kesin olan bu etkileşim Şekil 1’deki grafikte 1790-1800 aralığında izlenebilmektedir. 1750’den 1820’ye doğru genel bir artış eğilimi görülmektedir. 1820-1840 arasında ise çok sert bir artış söz konusudur. Bu sert artışta 1825 ve 1836 krizlerinin (Aktan, C. C; Şen, H., 2001) etkili olduğu düşünülmektedir. 1840’dan sonra bir düşüş görülmekle birlikte bu düşüş yine de 1820’deki değerin altına inmemiştir. 1840’tan 1900’ün başlarına kadar ufak dalgalanmalar olmakla birlikte nispeten yüksek

seviyelerde bir seyir görülmektedir. 1900'lerin başlarından 2000'li yıllara doğru, kendi içinde inişli çıkışlı bir seyir görülmekle birlikte genel bir düşme trendi söz konusudur (Şekil 1). Dünya ekonomi tarihinde 1825, 1836, 1847, 1873, 1878, 1929, 1987, 1997 yıllarında büyük ekonomik krizler yaşanmıştır. Grafikte bu yıllara ait dönemsel yükselişler dikkat çekmektedir. 1900-2000 yılları arasında altın ve gümüşle ilgili düşme eğilimi, ABD Dolarının satın alma gücündeki düşme eğilimine paralel seyretmiştir.



Şekil 1. Değerli Metallere ait n-gram analizi

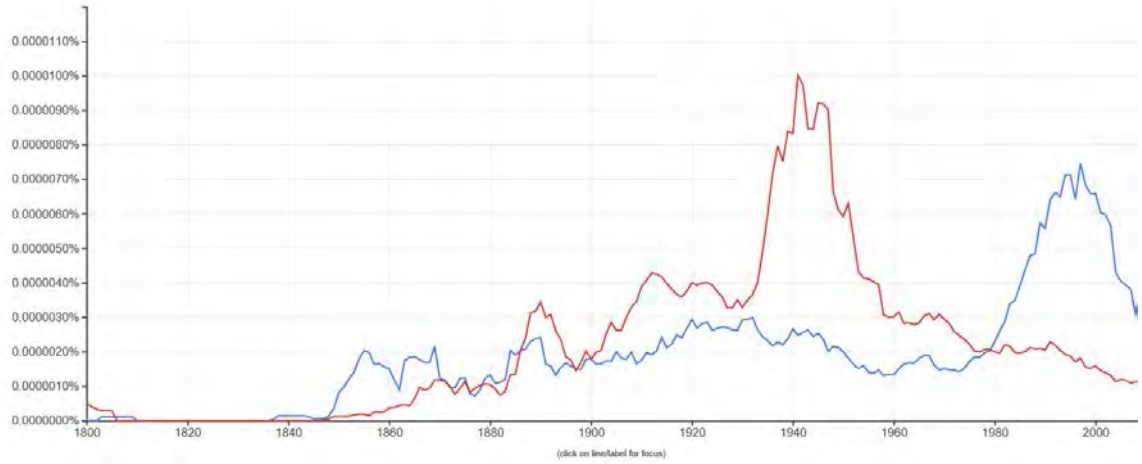
N-gram analizinin kelimelere duyarlılığı farklı farklı olduğu için ayrıca "Au+Ag deposits" "Au_Ag deposits" anahtar kelimeleri kullanılarak analiz tekrar yapılmıştır (Şekil 2). Bu grafik 1800-2008 yıllarını içine alacak şekilde oluşturulmuştur. Şekil 1'de görülen grafiğe benzer bir grafik elde edilmiştir.



Şekil 2. Altın ve gümüş depositlerine ait n-gram analizi

N-gram analiz özellikle altın ve gümüşün maden olarak literatürde hangi sıklıkta kullanılmış olduğunu tespit etmek amacıyla "gold deposit+Gold deposit+Au deposit" ve "silver deposit+Silver deposit+Ag deposit" anahtar kelimeleri kullanılarak da gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Grafik incelendiğinde 1800 ile 1840 yılları arasında önemli bir kullanım sıklığı

görülmekle birlikte önceki grafiklerle de uyumlu olarak 1840'lardan sonra bir artış eğilimi görülmektedir. 1920 ile 1980 arasında gümüş ile ilgili grafik zirve yaparken, 1980'den 2000'e kadar altın grafiği zirve yapmaktadır.



- gold deposit +Gold deposit+Au deposit
- silver deposit+Silver deposit+Ag deposit

Şekil 3. "gold deposit +Gold deposit+Au deposit" ve "silver deposit+Silver deposit+Ag deposit" anahtar kelimeleri kullanılarak yapılmış 1800-2008 yıllarını içine alan n-gram analizine ait grafik

1800 ile 2008 yılları arasında altın ve gümüş elementlerinin literatürde kullanım sıklığı oluşturularak bir emtia olarak altın ve gümüş elementinin irdelenmesi amacıyla n-gram analizi "gold +Gold +Au" ve "silver +Silver +Ag" anahtar kelimeleri için üretilmiştir (Şekil 4). Element bazında n-gram analiz grafikleri incelendiğinde altın ve gümüşün zamana göre birbirine paralel bir kullanım sıklığı gösterdiği ancak altının daha yüksek oranda bir kullanıma sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4).



- "gold +Gold +Au"
- "silver +Silver +Ag"

Şekil 4. Altın ve gümüşe ait n-gram analizi

4. Sonuçlar

Altın ve gümüş insanlığın ilk keşfettiği elementlerden olup özellikle 1700'lü yıllardan sonra modern devletlerin ortaya çıkması ile önemleri artmıştır. Toplumlarda ekonomik araç olarak kullanılan altın ve gümüş elementinin insanlık tarihindeki önemli olaylarla ilişkilerinin irdelenmesi amacıyla n-gram analizi gerçekleştirilmiştir. N-gram analizinin Google'da tarih aralığı sınırlı olduğu için 1750-2008 yılları arası değişik anahtar kelimeler kullanılarak altın ve gümüş için bu analizler oluşturulmuştur. Çalışmanın amacı altın ve gümüşün literatürdeki kullanım sıklığının sosyal, siyasal ve ekonomik olaylarla ilişkisinin tespiti olduğu için buna uygun anahtar kelimeler bulunmaya çalışılmıştır. Gerek maden, gerek bir emtia olarak element bazında, gerekse teknolojik/endüstriyel gelişim ile ilişkileri ayırt edebilmek bağlamında seçilen anahtar kelimelerle yapılan n-gram analiz grafikleri irdelendiğinde 1750'lerden 1900'lü yılların başlarına kadar grafiklerde altın ve gümüş için bir yükseliş trendinin olduğu görülmüştür. Yükseliş trendinin görüldüğü bu dönemler ABD'nin siyasal hayatta aktif rolünün arttığı dönemlerle örtüşmektedir. Aynı dönemler, Avrupa devletlerinin sömürgecilik/emperyalizm faaliyetlerinin zirve yaptığı, kıtaların hem insan/emek gücü açısından hem de yeraltı/endüstri için hammadde kaynaklarının vahşice işgal edildiği-sömürüldüğü dönemlerdir. Dünyanın yeniden şekillendiği ve daha durağan bir döneme doğru evrildiği 1900'lü yıllar ve sonrasında ise bahse konu elementlerin kullanım sıklığında düşme trendi görülmektedir. N-gram grafiklerinde 1900-2000 yılları arasındaki dalgalanmaların da ilgili dönemde yaşanan siyasi, askeri, toplumsal ve ekonomik olaylarla paralelliği gözlenmektedir. Dolayısıyla altın ve gümüşün literatürdeki kullanım sıklığının analiz edildiği n-gram analizi sonucunda altın ve gümüşün literatürdeki kullanımının yaklaşık son 200 yıllık dönem içindeki sosyal, siyasal ve ekonomik olaylar ve endüstriyel gelişmelerle ilişkisinin analiz edilebileceği ve bu ilişkinin doğrusal bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Aktan, C. C; Şen, H., *Yeni Türkiye, (Ekonomik Kriz Özel Sayısı)*, Kasım-Aralık 2001, Sayı:42, Cilt:II, ss.1225-1230.

Eğilmez, M. 2015. *Ekonomi Sözlüğü.* http://www.mahfiegilmez.com/p/ekonomi-sozlugu.html.

MTA Raporu, *Türkiye'de ve Dünyada Altın,* 2018.

Piketty, Thomas, *Kapital,* Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Çev: Hande Koçak, 2. Baskı, İstanbul, 2015.

Ponting, Clive, *Dünya Tarihi*, Çev: Eşref Bengi Özbilen, Alfa Tarih, 2. Baskı, İstanbul, 2011.

Nadir Toprak Elementlerinin (NTE) Literatürde Kullanım Sıklığının N-gram Yöntemi ile Analizi ve Sosyal/Siyasal/Ekonomik Olaylarla Karşılaştırılması

M. Nuri URAL[1], Alaaddin VURAL[2], Ali ÇİFTÇİ[3]

ÖZET

N-gram analiz metodu değişik alanlarda giderek yaygın kullanım imkânı bulmaktadır. Bu çalışmada n-gram analizi ile teknolojik çalışmaların/buluşların önemli bir hammaddesi olan nadir toprak elementlerinin (NTE) literatürde kullanım oranındaki zamana bağlı değişimleri ele alınmıştır. Bu çalışmayla söz konusu değişimi etkileyen/bu değişimden etkilenen siyasal/sosyal/ekonomik olayların ilişkisinin n-gram analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada NTE kavramı öncelikle tek başına ele alınarak analiz gerçekleştirilmiş, sonrasında da NTE grubu içinde yer alan her bir element tek başına ayrıca analiz edilmiştir. Yttrium (Y) elementi de gerek kullanım amacı gerekse davranış benzerliği nedeniyle NTE ile birlikte değerlendirildiği için n-gram analizine dâhil edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları birlikte değerlendirilmiş ve analiz verileri ile siyasal/sosyal/ekonomik olayların paralellikleri incelenmiştir. Paralellik gösteren siyasal/sosyal/ekonomik olaylar detaylı incelenerek analiz sonuçları ile ilişkilerinin anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır.

NTE için yapılan n-gram analiz incelendiğinde, 1900'lü yıllara kadar neredeyse literatürde hiç yer almadıkları görülmüştür. Elementlerin keşfi ve teknolojide kullanımının arttığı dönemle paralel bir şekilde NTE'lerin literatürdeki kullanımları da artma göstermiştir. 1920'lere kadar yavaş bir eğilimle yükseliş gösterirken, 1920'lerden sonra önemli oranda bir artış görülmüş, ekonomik durağanlıklarla birlikte kısmi düşmeler gösterse de artma eğilimi hiç değişmemiştir. 1960'larda bilişim teknolojilerinin gelişimiyle ciddi bir artış sonrasında, bir miktar düşüş göstermiş, yüksek teknolojik ürünlerin icadı, kullanım yaygınlığı ile birlikte artış sürmüş, yerine alternatif hammaddelerin de kullanılması ve Çin'in önemli bir üretici olması ve bu gücü manipülasyonlarda kullanmaya başlamasının da sonucu olarak 2000'li yıllardan sonra bir miktar düşme eğilimi görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: N-gram Analizi, Nadir Toprak Elementleri (NTE), Dünya Siyaseti

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE
[2]Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE
[3]Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü; GÜMÜŞHANE

Analysis of Rare Earth Elements (REE) in the Literature by Using N-gram Method and Comparison with Social / Political / Economic Events

ABSTRACT

N-gram analysis method is widely used in different fields. In this study, time-dependent changes in the usage rate of rare earth elements (REE), which is an important raw material of technological studies / inventions, with n-gram analysis method are discussed. The aim of this study is to investigate the relationship between political / social / economic events that affect / are affected by this change by n-gram analysis.

In this study, firstly, the concept of REE was analyzed and then each element in the REE group was analyzed separately. The element Yttrium (Y) was also included in the n-gram analysis because it was evaluated together with REE due to the similarity of use and behavior. The results of the analysis were evaluated together and the analysis data and the parallelism of political / social / economic events were examined. The parallel political / social / economic events were examined in detail and the relationship between the results and the analysis was investigated.

When the n-gram analysis for REE was examined, it was found that they did not appear in the literature until the 1900s. The use of REEs in the literature has increased in parallel with the discovery of the elements and their use in technology. While the use of REE in the literature increased with a slow tendency until the 1920s, a significant increase was observed after the 1920s, although the economic stagnations showed partial decreases, the tendency to increase did not change at all. After a significant increase with the development of information technologies in the 1960s, it showed some decline, the invention of high-tech products, the use of alternative raw materials continued to increase, the use of alternative raw materials, and China as a result of the use of this power in manipulations. After the 2000s, a downward trend was observed.

Keywords: N-gram Analysis, Rare Earth Elements (REE), World Politics.

1. Giriş

N-gram analiz metodu değişik alanlarda giderek yaygın kullanım imkânı bulmaktadır. Analiz kapsamında çalışma amacına uygun anahtar kelimeler seçilerek bu kelimelerin literatürdeki kullanım sıklığı tespit edilebilmektedir. N-gram analizinde önemli olan husus seçilecek anahtar kelimelerin veya kelime öbeklerinin araştırılacak konuyu yeterince karşılaması ile ilgilidir. Dolayısıyla yapılacak kelime seçimlerinin konuyu en iyi şekilde temsil edecek anahtar kelimelerden belirlenmesi önemlidir.

NTE birbirine benzer kimyasal, jeokimyasal ve fiziksel özelliklere sahip elementler grubudur. Gerek maden olarak bulunma ortamları gerekse işletilme süreçleri için yapılan madencilik faaliyetleri benzerlik gösterdiği için NTE grubu olarak değerlendirme yapılması yaygındır. Bu metaller günlük hayatta kullandığımız birçok yüksek teknoloji ürünlerinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden beri sanayide yüksek teknoloji ürünlerinin üretilmesinde geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Dünya yeraltı kaynaklarına sahip olma isteği, bu kaynakları en ekonomik şekilde kullanma, piyasaları yönlendirme arzusu, son 200-250 yıllık dönemde olduğu gibi çağımızda da dünya siyasal arenasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışma kapsamında, n-gram yöntemi ile nadir toprak elementlerine ait anahtar kavramların literatürdeki kullanım sıklıkları ve siyasal/sosyal/ekonomik (SSE) olaylarla ilişkisinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

2. Yöntem ve Materyal

2.1. N-gram

N-gram, bir dizide yer alan bir sonraki sembolü tahmin etmek için kullanılan olasılıklı bir modeldir. Klasik yaklaşımda dil modelleme, önceki sözcüklere bakarak sonraki sözcüğün tahmin edilmesini ifade etmektedir (Manning ve Schütze, 1999). Ayrıca bu uygulama, çok çeşitli alanlarda birçok farklı analiz parametresi kullanılarak farklı analiz sonuçları elde etmeye olanak sağlamaktadır.

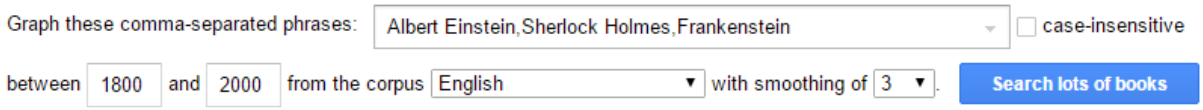
N-gram oluşturulacak alt dizinin uzunluğuna göre isim alır. N değeri 1 ise alt diziler tek karakterli olarak oluşturulur ve n-gram analizi aynı zamanda unigram olarak da isimlendirilir. İki karakter uzunluğunda, n değerinin iki olduğu uygulamalar bigram, üç karakter uzunluğunda ve n değerinin üç olduğu durumlarda ise trigram terimi kullanılır. N sayısının dört ve üstü olduğu durumlar özel bir isimle alınmaz, yalnızca dörtgram, beşgram, altıgram v.b. şeklinde ya da doğrudan n-gram adı ile anılır.

Google, kullanıcıların veri tabanına kayıtlı 1.500.000'den fazla kitap üzerinde n-gram istatistiksel analiz yöntemi ile analiz yapabilmeleri için n-gram arayüz uygulamasını hizmete sunmuştur. Bu uygulama çok çeşitli alanlarda birçok farklı analiz parametresi kullanılarak farklı analiz sonuçları elde etmeye olanak sağlamaktadır.

Google tarafından sunulan n-gram analiz ara yüzü ile özellikle "Google Kitaplar" veri tabanında anahtar kelimeler kullanılarak araştırma yapılabilmekte ve hedeflenen kavram, olgu, olay vb. konuların 1750 yılından günümüze kadar geçen süreçteki kullanım sıklıkları incelenebilmektedir. Elde edilen veriler grafiksel olarak görüntülenebilmektedir. n-gram metodunun kullanımında uygun anahtar kelimelerin seçilmesi önemlidir.

Bu araştırmada niteliksel araştırma yöntemlerinden retrospektif analiz tekniği kullanılmıştır. Geriye dönük izlenim olarak tanımlanan retrospektif analiz, çalışmamızda 1800'lü yıllardan itibaren "Google Kitaplar" veri tabanında kayıtlı kitaplarda n-gram arayüzü uygulaması yardımıyla taranmasıyla yapılmıştır. Google'ın sunduğu n-gram tarama hizmetine https://books.google.com/ngrams adresinden ulaşılabilir. Burada "Google Kitaplar" (books.google.com) adresinde yer alan veri tabanına kayıtlı tüm kitaplar üzerinde n-gram analizi yapmak mümkündür.

Google'ın sunduğu bu ara yüzde (Şekil1) aranacak kelimeler ilk metin kutusuna (Graph these comma-separated phrases:) yazılır. Metin kutusunun yanında görülen onay kutusu büyük küçük harfe duyarlı tarama yapılıp yapılmayacağını ayarlamak içindir. Alt satırın başında bulunan iki metin kutusuna (between – and –) yazılacak sayısal değerlerden ilki tarama zaman aralığının başlangıç değerini, ikincisi ise bitiş değerini belirtmektedir. Bu bölümün yanında yer alan açılır menü ile (from the corpus) dil seçimini yapmak mümkündür. Arama düğmesine (Search lots of books) basmadan önce yapılabilecek son ayar yumuşatma faktörünün belirlenmesidir. Bu faktöre göre arama kelimesine bağlı olarak çizilen grafikte aşırı iniş çıkışlar azaltılabilir. Aranacak kelime grubu için farklı operatörler kullanılarak daha karmaşık aramalar yapmak mümkün olsa da bu özellikler yapılan çalışmanın konusu dışında kalmaktadır.



Şekil 1. Google n-gram arayüzü

N-gram analizi oransal değerler ile ifade edildiği için son yüzyılda yapılan akademik çalışmalardaki artışlar çalışmada elde edilen grafikleri etkilemez. Çünkü araştırmamızda kavramların tekrar etme sayısına değil tüm n-gramlar içerisindeki oranlarına ya da tekrar etme yüzdelerine bakılmaktadır. Arayüz tarafından oluşturulan grafikler ekran alıntısı aracı yardımı ile kelime işlemcilere aktarılarak çalışmada kullanılmışlardır.

Google'ın hazırladığı arayüz kullanılarak yapılan analizler 2019 yılının eylül-ekim aylarında gerçekleştirilmiştir. N-gram analizi yapılırken aynı grafikte yer alması istenilen kavramlar Google'ın sunduğu ara yüzde virgül ile ayrılarak yazılmıştır. Tarama yılı başlangıcına 1800, bitişine ise 2015 yazılmış, dil olarak İngilizce yumuşatma faktörü olarak ise varsayılan olarak "3" seçilmiştir. Ancak Google' tarama arayüzü 2008 sonrası eserleri kapsamadığından, grafiklerin tümünde son tarih olarak 2008 yer almaktadır. Konuya ait grafikler aşağıda verilmiştir.

Tüm kavramları içeren, zamana bağlı yükseliş ve düşüşlerin rahatlıkla gözlenebildiği ve okunaklı grafikler elde edilmeye çalışılmıştır. Google ara yüzünde yer alan bu grafikler Windows 10'un sunduğu ekran alıntısı aracı ile kopyalanarak bu raporun hazırlandığı metin editörüne yapıştırılmıştır. Daha sonra bu grafikler yorumlanarak çalışmaya son hali verilmiştir.

Bu çalışmada anahtar kelimeler İngilizce seçilmiş ve arama, kayıtlı İngilizce eserler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Anahtar kelime olarak "Rare earth elements" , "REE" ile NTE isimlerinden oluşan "yttrium, scandium, cerium, dysprosium, erbium, europium, gadolinium, holmium, lanthanum, lutetium, neodymium, praseodymium" terimleri aramaya dâhil edilmiştir. Bu

şekilde kavram ve/veya kavram gruplarının literatürde tekrar etme sıklığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bir kavramın literatürde tekrar etme sıklığının o kavrama bilimsel ilgi duyan kişiler tarafından atfedilen önemin bir göstergesi olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca analiz, bu kavramların ne zaman ortaya çıktıkları, yıllar içerisinde kullanım sıklıklarının artış ve azalışları; ilişkili kavramların kullanım sıklıklarının birbirlerine oranlarının değişimiyle ilgili bilgilere ulaşmamızı da sağlamaktadır.

Yapılacak çalışmanın NTE ile ilgili sıra dışı bir analiz tekniği ve sıradışı bir bakış açısı sunması umulmaktadır. Çalışma ile toplanacak veriler NTE ile ilgili kavramların literatürdeki tarihi değişimleri ile nicel verilere dayalı daha sağlam temeller oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

2.2. Nadir Toprak Elementleri (NTE)

NTE'nin tümü metaldir ve benzer kimyasal özelliklerinin bir sonucu olarak benzer koşullarda birlikte davranış gösterdikleri için aynı grup altında adlandırılmaktadırlar. NTE, isimleri gibi nadir bulunan elementler değildirler. Örneğin lutesyum en az bulunan NTE'den biri olmasına rağmen altının kabuktaki bolluğundan 200 kat daha fazla bolluğa sahiptir. Krom, nikel, çinko, molibden, kalay, tungsten ve kurşun gibi yaygın olarak kullanılan endüstriyel metallere benzer ortalama kabuk bolluğuna sahiptirler (USGS Raporu, 2017). Bununla birlikte ekonomik olarak kazanımlarının yapılması için gerekli yüksek tenörde bulunmaları nadir olduğu için NTE'nin madenciliğinin yapılmasında güçlükler yaşanmaktadır. En bol bulunan NTE seryum, itriyum, lantan ve neodimdir (Gambogi, 2017).

1965'ten önce, NTE için nispeten az talep söz konusu idi. O zamanlar, dünyadaki arzın büyük bir kısmı Hindistan ve Brezilya'daki plaser yataklarından üretiliyordu. 1950'lerde, Güney Afrika Cumhuriyeti, NTE içeren monazit yataklarından üretim yapan lider üretici oldu. O sırada, Kaliforniya'daki Mountain Pass Mine, bir Prekambriyen karbonatitten az miktarda nadir toprak oksidi üretiyordu.

Çin 1980'lerde nadir toprak oksitlerin önemli bir miktarını üretmeye başladı. 1990'larda ise sektörde dünya lideri olmuştur. 1990'lar ve 2000'li yılların başlarında, Çin dünya nadir toprak oksit pazarındaki durumunu istikrarlı bir şekilde güçlendirmiştir. Çin stratejik olarak NTE'yi o kadar düşük fiyatlara satmaya başladı ki sektördeki pek çok firma Çin ile rekabet edemeyerek piyasadan çekilmek zorunda kalmıştır (Örneğin: Mountain Pass Madeni). NTE'nin yüksek teknoloji sektörünede, çok çeşitli savunma, havacılık sanayii ve elektronik ürünlerin üretiminde neredeyse alternatifsiz hammadde olması NTE'ye Dünyada olan talebi arttırmıştır. Çin hâkim durumundan faydalanmış ve ihracatı kısıtlamaya başlamıştır. Onun bu hamlesi ile nadir toprak oksit fiyatları tarihi seviyelerine çıkmıştır.

Çin dünyanın en büyük NTE üreticisi olmasının yanı sıra, aynı zamanda elektronik sektöründeki büyük aktör olması nedeniyle hâkim tüketicidir. Bu ülke NTE'yi çoğunlukla iç piyasa ve ihracat pazarlarında elektronik ürün üretiminde kullanmakta ve NTE ihracında, gerek piyasayı kontrolü altında tutma, gerekse manipüle etme amacıyla isteksiz davranmaktadır. NTE'nin ikinci ve üçüncü en büyük tüketici ülkeleri Japonya ve ABD'dir.

NTE günlük hayat içinde kullandığımız birçok yüksek teknoloji cihazında hammadde olarak kullanılmaktadır. Hayatımızın artık vazgeçilmez bir parçası olan sabit/taşınabilir depolama alternatifleri (harddiskler vs), DVD'ler, şarj edilebilir batarya/piller, cep telefonu, tablet,

laptoplar yanında katalitik dönüştürücüler, mıknatıslar, floresan aydınlatma materyalleri kullanım alanlarından bazılarıdır. Özellikle son 25-30 yıl içinde NTE'nin sanayide kullanım alanlarında büyük artış görülmüştür. Özellikle 20. yüzyılın son 15 senesi ve 21. yüzyıl ile özdeşleşen yüksek teknoloji cihazlarının yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte NTE'ye olan talep çok büyük miktarda artmıştır. NTE'nin en çok kullanıldığı alanlardan biri olan cep telefonlarının günlük hayatımızda ayrılmaz bir parça olarak yer alması ve kullanıcı sayısının da artması ile birlikte bu teknolojide kullanılan NYE'ye de talep artmıştır. Yine kişisel bilgisayarların boyutlarının da küçülerek ve değişik versiyonları ile (tablet vs) hayat içinde yer alması NTE'ye talebi de haliyle artırmaktadır. Dolayısıyla dijital teknoloji ve elektronik sanayinin gelişimi ile orantılı olarak her geçen gün NTE'ye talebi artırmaktadır.

Günümüzde fosil yakıtların kısıtlı arz imkânları ve olumsuz çevresel etkilerinin de bir sonucu olarak artık elektrikli araçlara olan talep artmaktadır. Elektrik veya hibrid araçların yaygın kullanımının en önemli anahtarı, kısa zamanda uzun süre seyahat imkanı verecek bataryaların üretilmesidir. Bataryalarının üretiminde önemli bir yere sahip olan NTE'ye haliyle ilgi de artmaktadır.

NTE ayrıca günümüzde katalist, fosfor ve parlatma bileşikleri olarak da kullanılmaktadır. Bunlar hava kirliliği kontrolü, elektronik cihazlardaki ışıklı ekranlar ve optik kalitede camın elde edilmesi (parlatılması) için kullanılmaktadır. Bu tür cihazların kullanılmasında alternatif hammaddeler var olsa bile bu materyaller ya NTE kadar yeterli performans sunmamakta veya daha yüksek maliyetler söz konusu olabilmektedir. Bu tür nedenler de yine NTE'ye olan talebi ön plana çıkarmaktadır. Örneğin 1950'lerden 2000'lere kadar hem pahalı olmayan hem de etkin performans gösteren seryum oksit popüler bir mücevher, süs taşı parlatıcısı iken, son yıllardaki fiyat artışları artık seryumun kullanımını azaltmıştır. Savunma sanayinde de NTE yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle gece görüş kameraları, hassas güdümlü silahlar, iletişim araçları, GPS, piller ve diğer savunma amaçlı elektronik sanayinde de kullanım yaygınlığı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Zırhlı araçlarda ve zırhı delici mühimmat yapımında kullanılan çok sert alaşımların artık vazgeçilmez unsuru yine NTE olmuştur. Görüleceği gibi sanayi sektöründe vazgeçilmez hammadde özelliği olan NTE keşfedildiği 20. yüzyıl ve yaygın kullanımın olduğu 21.yüzyıl sanayi ve teknoloji sektöründe önemli bir yere sahip olmuştur. NTE'nin hayatımıza girdiği dönemin n-gram analizi ile irdelenmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

NTE her ne kadar ayrı ayrı elementlerden oluşan bir grup olsa da, genellikle yalnızca element isimlerinin literatürde kullanımları daha azdır. Bu yüzden n-gram analizi önce grubu temsil eden anahtar kelime olarak "Rare Earth Elements" seçilerek yapılmıştır (Şekil 2).

NTE ile ilgili ilk analizde, 1900'lü yılların başlarına kadar dikkat çekici bir kullanım sıklığına rastlanmamıştır. Bu da elementlerin dünya literatüründe yer bulmaya başladığı dönemle paralellik göstermektedir. Bu nedenle analiz tekrar edilerek 1900 yılından başlayacak şekilde grafik tekrar oluşturulmuştur.

Grafik dikkatle incelendiğinde 1950'lere kadar sınırlı bir artış görülmekle birlikte 1929 ekonomik buhranına denk düşen dönemde bir düşüş trendi dikkati çekmektedir. İkinci Dünya

Savaşı'na gidilen yıllarda tekrar bir artış trendi görülmektedir. Ancak savaşın başlamasına tekabül eden 1930'ların sonlarında ciddi bir düşüş trendi görülmektedir. 1940-1950 yılları arasında stabil hafif bir artış görülmektedir. Savaşın başlaması ile birlikte ise muhtemelen Ar-Ge çalışmaları, stratejik olarak dışa bilgi sızdırmama eğiliminin de etkisi ile kullanım sıklığında bir durağanlığa neden olmuştur. Savaş sonrası tekrar canlanan yüksek teknoloji ürünlerine yönelim, uzay çalışmalarındaki artış yanında bilgisayar gibi elektronik devrimin başlangıcı olan yıllarda NTE'nin kullanım sıklığının artığı düşünülmektedir. Bu artış grafikte 1950'li yılların sonrasına tekabül etmektedir. Burada 1950-1960 yılları arasının, ABD'nin Dünya ekonomisindeki ağırlığının zirve yaptığı yıllar olduğuna da dikkat çekmek gerekir (Piketty, 2015).

1965'ten önce, NTE için nispeten az talep söz konusu idi. O zamanlar, dünyadaki arzın büyük bir kısmı Hindistan ve Brezilya'daki plaser yataklarından üretiliyordu. 1950'lerde, Güney Afrika Cumhuriyeti, NTE içeren monazit yataklarından üretim yapan lider üretici oldu. O sırada, Kaliforniya'daki Mountain Pass Mine, bir Prekambriyen karbonatitten az miktarda nadir toprak oksidi üretiyordu. Bu sürecin etkileri grafikte 1950-1970 arasında çok kuvvetli bir biçimde izlenebilmektedir.

Dünya endüstri üretiminin 1953 ile 1973 arasında toplam endüstri üretimine eşit olacak kadar artması şüphesiz NTE kullanımını da etkilemiştir ki bu durum Şekil 2'de grafikten izlenebilmektedir (Ponting, 2011).

Çin 1980'lerde nadir toprak oksitlerin önemli bir miktarını üretmeye başladı. 1990'larda ise sektörde dünya lideri oldu. Bu eğilim grafikteki 1975- 1990 yılları arasındaki çok kuvvetli yükselişin nedeni olarak yorumlanabilir. 1990'lar ve 2000'li yılların başlarında, Çin dünyanın nadir toprak oksit pazarındaki durumunu istikrarlı bir şekilde güçlendirdi. Şekil 2'deki grafik de bu tarihi süreç ile uyumludur. 1950'lerden sonra literatürde daha sık anılmaya başlanan NTE'ler 1980'den sonra pik yapmış ve Çin'in tüm dünya pazarını ele geçirdiği 1990'lardan sonra ise literatürde bu kavramlara olan ilgi azalmıştır.

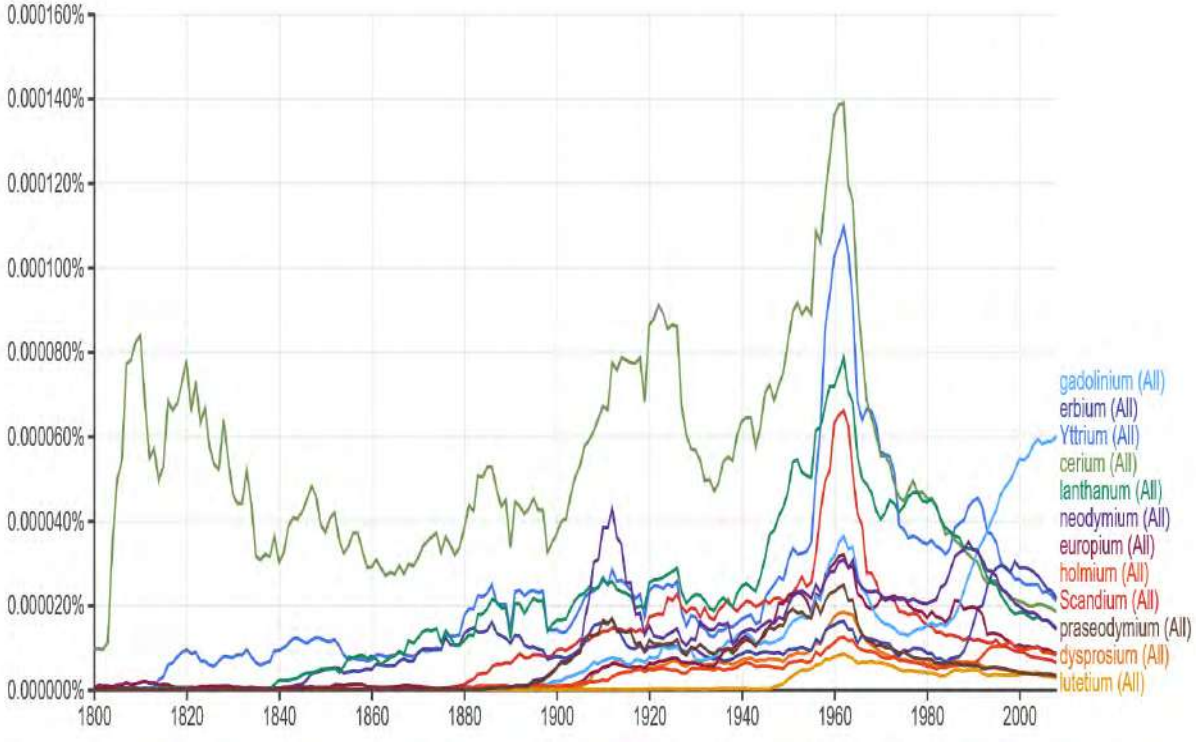
NTE'nin literatürdeki kullanımında 1900'lı yıllardan sonra düşme görülmesi Soğuk Savaşın bu zaman diliminde sona ermesi ile de ilişkilidir. 1989 yılında Berlin Duvarı'nın yıkılması, 1991'de SSCB'nin dağılması Dünya siyasetinde Doğu-Batı gerilimini azalttığı için savunma sanayiinde kullanılan NTE'ye olan ilgi azalmıştır.



Şekil 2. "rare earth element+rare earth elements+REE" anahtar kelimeleri n-gram analizi

NTE grubu içindeki elementler dikkate alınarak n-gram analizi tekrar edilmiştir (Şekil 3). Nu grafik 1800-2008 yılları arasında ve yumuşatma faktörü olarak üç seçilerek gerçekleştirilmiştir. Y elementi de genellikle NTE içinde incelendiği için analize dâhil edilmiştir. Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde elementlerin keşfedilmesiyle ilişkili bir kullanım sıklığının baskın olduğu görülmektedir. Önceki grafik ile de paralel olarak 1960 yılının NTE için zirve yaptığı görülmektedir. 1990 ise özellikle cep telefonu, tablet, laptop gibi yüksek teknoloji ürünlerinin üretimi ile doğrudan ilişkili olarak yüksek bir kullanım sıklığına karşılık gelmektedir. Bu artış grafikte de gözlenmektedir.

Örneğin 1950'lerden 2000'lere kadar seryum oksit, hem pahalı olmaması, hem de etkin performans göstermesi nedeni ile popüler bir mücevher, süs taşı parlatıcısı iken son yıllardaki fiyat artışları artık seryumun kullanımını azaltmıştır. Bu durum grafikte 1960'lardan sonra olan önemli düşüşün nedeni olabilir.



Şekil 3. "yttrium, Scandium, cerium, dysprosium, erbium, europium, gadolinium, holmium, lanthanum, lutetium, neodymium, praseodymium" anahtar kelimeleri n-gram analizi

Önceki n-gram analizlerinde NTE'nin daha çok emtia olarak dikkate alınması ihtimali düşünülerek maden yatakları olarak bir farklılığın söz konusu olup olmadığını test etmek amacıyla "nadir toprak element yatağı" (rare earth element deposit) ve "NTE yatağı" (REE deposit) olarak n-gram analizi 1980-2008 yılları arasını kapsayacak şekilde tekrar gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Farklı anahtar kelimeler seçilerek bu alanla ilgili farklı verilere ulaşmanın da mümkün olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. "rare earth element deposit +rare earth elements deposit +REE deposit+ Rare earth element deposit + Rare earth elements deposit+ Rare Earth Element deposit+ Rare Earth Elements deposits" anahtar kelimeleri n-gram analizi

4. Sonuçlar

NTE literatürde 1900'lü yıllarda yer bulmaya başlamıştır. Hem emtia olarak hem de maden yatağı olarak literatürdeki kullanım sıklıklarının belirlenmesi amacıyla farklı kelime grupları anahtar kelimeler olarak seçilmiş ve her bir anahtar kelime grubu için ayrı ayrı n-gram analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir. NTE'nin keşfi ve teknolojide kullanımının arttığı dönemlerle paralel bir şekilde NTE'yi temsil eden anahtar kelimelerin de literatürdeki kullanım sıklığının artığı görülmüştür. N-gram analizlerinde NTE'nin kullanım sıklığı 1920'lere kadar yavaş bir eğilimle yükseliş gösterirken 1920'lerden sonra önemli oranda bir artışa sahip olduğu görülmektedir. Bu dönemde uluslararası ölçekte yaşanan ekonomik durağanlıklarla paralel bir şekilde kullanım sıklıklarında kısmi düşmeler görülmüş olsa da artma eğilimi hep devam etmiştir. Bu artış 1960'lı yıllara gelindiğinde bilgisayar ve bilişim teknolojilerinin gelişimiyle paralel şekilde devam etmiş, 1970 yılına doğru yükselişe geçtiği yılların aşağısına düşme göstermemekle birlikte önemli bir düşüş göstermiştir. Bu düşüşün 1970'lerde petrol krizi başta olmak üzere yaşanan ekonomik ve siyasal krizlerle örtüştüğü söylenebilir. 1980'lerden sonra yüksek teknolojik ürünlerin icadı ve kullanım yaygınlığının artması ile NTE'nin literatürdeki kullanım sıklığındaki artış uyumluluk göstermektedir. NTE'nin yerine alternatif hammaddelerin de bir miktar ikamesinin etkisi ile ve Çin'in önemli bir NTE üreticisi olması ve elindeki bu gücü manipülasyonlarda kullanmaya başlamasının da sonucu olarak 2000'li yıllardan sonra NTE kavramının kullanım sıklığında bir miktar düşme eğilimi görülmüştür. Tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, n-gram analizinin NTE kavramının özellikle teknolojik gelişmelerin seyrinin incelenmesinde ve bu hammaddeye bağlı ekonomi politik olayların irdelenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Eğilmez M. 2015. Ekonomi Sözlüğü. http://www.mahfiegilmez.com/p/ekonomi-sozlugu.html.

Gambogi, J. 2017. Rare Earth. Mineral Commodity Summaries,United States Geological Survey. https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries.

Manning C. ve H. Schütze *"Foundations of Statistical Natural Language Processing*", MIT Press, ISBN 0-262-13360-1, Cambridge, USA., 1999.

Piketty, T., *Kapital,* Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Çev: Hande Koçak, 2. Baskı, İstanbul, 2015.

Ponting, C., *Dünya Tarihi*, Çev: Eşref Bengi Özbilen, Alfa Tarih, 2. Baskı, İstanbul, 2011.

USGS Raporu, 2017 (**Rare Earth Elements - Critical Resources for High Technology**: United States Geological Survey, Fact Sheet 087-02. https://pubs.usgs.gov/fs/2002/fs087-02/

PEDİATRİK YAŞ GRUBU ADENOVİRUS'A BAĞLI AKUT GASTROENTERİT OLGULARININ KLİNİK DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Özlem KAZANASMAZ

Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Araştırma ve Uygulama Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü

Özet

Akut gastroenterit (AGE), tüm insanlarda, özellikle de 5 yaşın altındaki çocuklarda çeşitli bakteriler, virüsler ve parazitlerin neden olduğu önemli bir hastalıktır. Bu durum özellikle dünya çapında, gelişmekte olan bölgelerde morbidite ve mortalitenin önde gelen nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. AGE, çocuklarda morbidite ve mortalitenin alt solunum yolu enfeksiyonlarından sonra en sık nedeni olup Türkiye için de önemli bir sağlık sorunudur. Türkiye'de özellikle bir yaş altında daha sık olmak üzere rotavirüs AGE'de en sık görülen etken olup daha az sıklıkta adenovirüs de karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada çocukluk çağı adenovirusa bağlı akut gastroenteritli olguların klinik özelliklerinin literatür verileri ışığında tartışılması amaçlanmıştır.

Mehmet Akif İnan Araştırma ve Uygulama Hastanesi çocuk sağlığı ve hastalıkları polikliniklerine 2018 yılı içerisinde başvurup Adenovirus'a bağlı AGE nedeniyle yatırılarak tedavi edilmiş 34 hastanın verileri retrospektif olarak incelenmiştir. Dışkıda viral antijen tespiti immunokromatografik yöntem ile (Tek Aşamalı Rotavirüs ve Adenovirüs Birlikte Kaset Test) gerçekleştirilmişti. Hastaların yaşı, cinsiyeti ve yaşadıkları coğrafya gibi sosyo-demografik özellikleri kaydedildi. Hastaların kabul edildiği ay, yıl ve mevsim bilgileri analizlere dahil edildi. Dehidratasyon derecesi ayrıca klinik dehidratasyon skalası kullanılarak belirlenmişti (KDS). KDS'ye göre < % 3 hafif, % 3-6 arası orta, > % 6 ise ağır dehidratasyon olarak değerlendirildi.

Olguların % 61.8'i kız olup % 39.2'si erkek cinsiyetteydi. Olguların ortalama yaşı 7.76±4.93 ay (min-max,2-20) olarak bulundu. Olguların % 41.2'si sonbahar, % 29.4'ü yaz, % 17.6'sı kış ve % 11.8'i ilkbahar mevsiminde takip edilmişti. Olguların % 50'si hafif, % 38.3'ünde orta, % 8.8'i ağır derecede dehidratasyon mevcutken olguların % 2.9'unda dehidratasyon tespit edilmemişti. Olgularının tamamının gaita kültürü istenmiş ve kültür sonucunda salmonella – shigella üremesi negatif olarak bulunmuştu. Olguların % 79.4'ünde antibiyotik tedavi almazken % 20.6'sının tedavisinde antibiyotik aldığı tespit edildi.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çocukluk çağı ishallerinin büyük kısmından virüsler sorumludur. Adenovirüs gastroenteritlerinin rotaviruslar kadar yaygın olmasa da özellikle çocukluk çağında ve bu yaş grubundaki gastroenterit vakalarında bakteriyel ve paraziter etkenlerin yanında araştırılmasının hem erken tanıya katkı sağlayacağı hem de gereksiz antibiyotik kullanımını azaltabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Adenovirus**,** Akut gastroenterit, dehidratasyon

Giriş

Akut gastroenterit (AGE), özellikle de 5 yaşın altındaki çocuklarda çeşitli bakteriler, virüsler ve parazitlerin neden olduğu önemli bir hastalıktır (1). Bu durum özellikle dünya çapında, gelişmekte olan bölgelerde morbidite ve mortalitenin önde gelen nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir(2,3). AGE, çocuklarda morbidite ve mortalitenin alt solunum yolu enfeksiyonlarından sonra en sık nedeni olup Türkiye için de önemli bir sağlık sorunudur. Dünya genelinde beş yaşın altındaki ölümlerin % 8-10'nundan ishal sorumlu tutulmaktadır(4). Gastrointestinal sistem enfeksiyonları hijyen koşullarının ve sağlık sisteminin geri olduğu, alt yapının ve besin sanitasyonunun yetersiz olduğu gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak görülür (5). Her ne kadar gelişmiş ülkelerde sıklığı ve ciddiyeti azalsa da, akut ishal günümüzde bütün dünyada hala çok sık görülmekte ve ciddi problemlere yol açmaktadır (6)**.**

AGE, her yaş döneminde ortaya çıkabilir ancak etiyolojik ajanlar ve hastalık şiddeti yaşa göre değişkenlik göstermektedir. Gastroenterit etiyolojisinin belirlenmesi hastalığın tedavisi ve takibinde önemlidir. Çocuklarda akut ishal yapan sebeplerin % 60-70'ine tanı konulabilmektedir ve bunun çoğunluğunu gastrointesinal enfeksiyonlar oluşturmaktadır (6). Enfeksiyöz ajanlar içerisinde virüsler görülürken (% 30-70) bakteriler (% 10-20) ve parazitler (% 5-10) nedeneler arasında yer almaktadır(3,6). Dünya çapındaki AGE'lerin başlıca nedeni olan çeşitli virüsler arasında*, rotavirüs, enterik adenovirüsler (adenovirüs 40, 41) ve kalisivirüsler (norovirüs ve sapovirüs),* bulunmaktadır. Coğrafi bölgelere göre değişmekle birlikte *astrovirüs, koronavirüs* ve *bocavirüs* çocuklarda enfeksiyöz diyare için diğer viral etkenleri oluşturmaktadır (7). Türkiye'de bir yaş altında daha sık olmak üzere *rotavirüs* AGE'de en sık görülen etken olup daha az sıklıkta *bocavirüs, adenovirüs* ve *norovirüs* de karşımıza çıkmaktadır (3,8,9). Asemptomatik enfeksiyon oldukça sıktır.

Adenovirüs akut solunum yolu enfeksiyonları, konjonktivit, hemorajik sistit ve gastroenteritin önemli bir nedenidir. Enterik serotipler 40 ve 41'e ek olarak, A, B ve C alt gruplarına ait bazı serotiplerin de bebekler ve küçük çocuklar arasında gastroenterit etiyolojik etkenleri olduğu ortaya konmuştur(10). *Adenovirüs* enfeksiyonları tüm yıl boyunca her yaş grubunda görülebilmektedir. Tanı sıklıkla klinik olarak konulmaktadır. Enfeksiyona bağlı mortalite düşük olmasına karşın özellikle immün yetmezliği olanlarda mortalite görülebilmektedir. Ender olarak immünitesi normal çocuklarda da mortalite bildirilmiştir (11). *Adenovirüsler*

hemen hemen bütün organ sistemlerinden izole edilebilmekte olup çeşitli klinik sendromla ilişkilidir.

Akut viral gastroenteritler çoğu zaman kendini sınırlamakla birlikte bazen ciddi dehidratasyona sebep olabilmektedir. Bu çalışmada *adenovirüs'*e bağlı gelişen AGE tanısı ile hastanemize yatırılarak tedavi edilen hastaların klinik özelliklerinin literatür ışığında irdelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler

Mehmet Akif İnan Araştırma ve Uygulama Hastanesi çocuk sağlığı ve hastalıkları polikliniklerine 2018 yılı içerisinde başvurup *Adenovirüs'*e bağlı AGE nedeniyle yatırılarak tedavi edilmiş 34 hastanın verileri retrospektif olarak incelenmiştir. Hastaların yaşı, cinsiyeti ve yaşadıkları coğrafya gibi sosyo-demografik özellikleri kaydedildi. Hastaların kabul edildiği ay, yıl ve mevsim bilgileri analizlere dahil edildi. Dehidratasyon derecesi ayrıca klinik dehidratasyon skalası kullanılarak belirlenmişti (KDS). KDS'ye göre < % 3 hafif, % 3-6 arası orta, > % 6 ise ağır dehidratasyon olarak değerlendirildi.

Örneklerin Elde Edilmesi ve Kullanılan Analiz Yöntemleri

Tüm dışkı örnekleri makroskobik ve mikroskobik (nativ-lugol X400 büyütme) olarak değerlendirilmişti. Bunlara ek olarak AGE etkenini belirlemek için değerlendirilen dışkı kültürü ve dışkıda rotavirüs, adenovirüs ve entamoeba histolytica antijen testlerinin sonuçlarına ulaşıldı. Dışkıda viral antijen tespiti immunokromatografik yöntem ile (Tek Aşamalı Rotavirüs ve Adenovirüs Birlikte Kaset Test) gerçekleştirilmişti.

Verilerin Analizi

İstatistiksel analizler SPSS 24.0 versiyonu (SPSS Inc., Chicago, IL) paket programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sayı, yüzde, ortalama ve standart sapma şeklinde özetlendi. Değişkenlerin normal dağılımına uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov–Smirnov, Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Normal dağılım gösterme durumuna göre belirlenen sayısal değişkenler iki grup arasında Bağımsız Gruplarda T testi kullanılarak karşılaştırıldı. Ordinal verilerin

karşılaştırılmasında pearson ki-kare analizi kullanıldı. Çalışmadaki analizlerde olasılık (p) değeri 0.05'ten küçük olduğu ($p < 0.05$) karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Olguların % 61.8'i (n=22) kız olup % 39.2'si (n=12) erkek cinsiyetteydi. Olguların ortalama yaşı 7.76±4.93 ay (min-max,2-20) olarak bulundu. Olguların % 41.2'si (n=15) sonbahar, % 29.4'ü (n=10) yaz, % 17.6'sı (n=5) kış ve % 11.8'i (n=4) ilkbahar mevsiminde takip edilmişti (Şekil 1). Olguların % 50'si (n=17) hafif, % 38.3'ünde (n=13) orta, % 8.8'i (n=3) ağır derecede dehidratasyon mevcutken olguların % 2.9'unda (n=1) dehidratasyon tespit edilmemişti. Olgularının tamamının gaita kültürü istenmiş ve kültür sonucunda salmonella – shigella üremesi negatif olarak bulunmuştu. Olguların % 79.4'ünde (n=27) antibiyotik tedavi almazken % 20.6'sının (n=7) tedavisinde antibiyotik aldığı tespit edildi. Antibiyotik tedavisi almayan olgulara intravenöz sıvı desteği ve oral prebiyotik tedavisi verilmişti (*Lactobacillus rhamnosus*). Olguların takibinde AGE'ye sekonder ek bir komplikasyon görülmedi. Olguların tamamı klinik şifayla taburcu edildi.

Tartışma

Çocuklarda görülen AGE'ler, dünya genelinde halen önemini yitirmeyen halk sağlığı problemlerinden birisidir. *Rotavirüs* ve daha az sıklıkta *adenovirüs* aşılama ile önlenebilir, 5 yaş altı çocuklarda ishale bağlı ölümlerin ana nedenidir (12). *Rotavirüs*'e karşı bağışıklamada aşı etkin bir yöntem olmasına karşın *adenovirüs* için üretilmiş aşılar pediatrik popülasyonda yaygın olarak kullanılmamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde adenovirüs aşısının 17-50 yaş arası askeri personellerde kullanımı mevcut olup genel halk için aşı kullanımı bulunmamaktadır (13). *Adenovirüs* enfeksiyonlarının çoğu hafiftir ve tıbbi bakım gerektirmediğinden, tedavi klinik bakım ve hasta semptomlarını hafifletmeye odaklanır (13). Ek olarak, ribavirin ve cidofovir gibi antiviral ilaçlar, immün sistemi baskılanmış insanlarda ağır *adenovirüs* enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda olguların hiçbiri antiviral tedavi kullanmamıştı. Olguların % 20'si diğer ishal yapıcı etkenler göz önünde bulundurularak antibiyoterapi almışlardı. Enfeksiyonlar her mevsim ortaya çıkabilmektedir. Nitekim bizim çalışmamızda en çok olgu sonbahar mevsiminde (% 41.2) görülmesine karşın dört mevsimde de tanı alan olgular mevcuttu.

Çocukluk çağı AGE olgularının büyük bir bölümü viral etkenler tarafından meydana gelmektedir. Gerek rutin kullanımda bir aşısının olmaması gerekse de *rotavirüslere* nazaran daha az sıklıkta görülmesi bakımından *adenovirüs* kaynaklı AGE'nin klinik özelliklerinin erken tanınması gereksiz antibiyotik kullanımının önüne geçmek açısından son derece önemlidir.

Kaynaklar

1. Motamedifar M, Amini E, Talezadeh Shirazi P. Frequency of rotavirus and adenovirus gastroenteritis among children in Shiraz, Iran. Iran Red Crescent Med J 2013;15:729-33.
2. Albayrak N, Caglayık DY, Altas AB, Korukluoglu G, Ertek M. Evaluation of the results of acute viral gastroenteritis data in Refik Saydam National Public Health Agency, Virology Reference and Research Laboratory in 2009. Turk Hij Deney Biyol Derg. 2011;68:9-15.
3. Kirdar S, Kahyaoglu F, Yazıcı V, Aydin N. Investigation of The Agents of Viral Gastroenteritis by PCR İn Stool Specimens with Rota/Adenovirus Positive by Antigen Test. Journal of BSHR. 2017;1(3):88-93.
4. Liu L, Oza S, Hogan D, Chu Y, Perin J, Zhu J, Lawn JE, Cousens S, Mathers C, Black RE. Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000- 15: an updated systematic analysis with implications for the sustainable development goals. Lancet. 2016;388(10063):3027–35.
5. Liu L, Johnson H, Cousens S. Global, regional, and national causes of child mortality in 2000-2010: an updated systematic analysis. Lancet. 2015;385:430–40.
6. Kızılırmak A, Çalışkan E, Temizkan RC. Rotavirus and Adenovirus Frequency in Children with Acute Gastroenteritis. Konuralp Med J. 2017;9(2):35-9.
7. Lu L, Zhong H, Su L, Cao L, Xu M, Dong N, Xu J. Detection and Molecular Characterization of Human Adenovirus Infections among Hospitalized Children with Acute Diarrhea in Shanghai, China, 2006–2011. Can J Infect Dis Med Microbiol. 2017;2017:9304830
8. Celik AY, Emiroglu M, Kurtoglu MG, Inci A, Odabas D. Investigation of the Frequency of Viral Agents in Children with Acute Gastroenteritis in the 0-5 Years Age Group. Turkish J Pediatr Dis. 2016;2:101-6

9. hikes RH, Ryder JW. Adenovirüs pneumonia in a newborn. Pedi-atr Pathol 1989; 9:199-202.

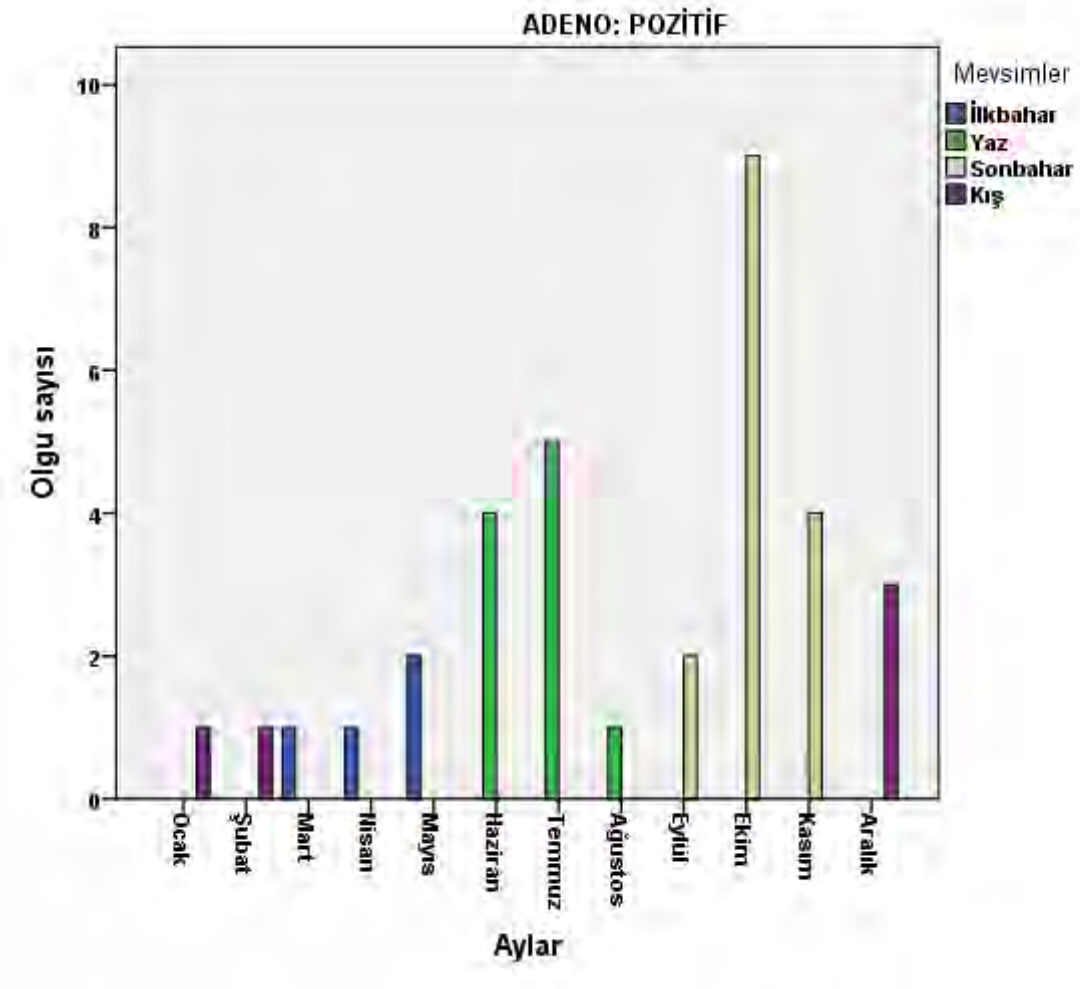
10. Bergallo M, Mareschi K, Calvi C, Alliaudi C, Montanari P, Galliano I, Daprà V. Quantification of fecal adenovirus viral load and correlation with Vesikari score in children with acute gastroenteritis. Minerva Pediatr. 2019 Oct 11. doi: 10.23736/S0026-4946.19.05510-5. [Epub ahead of print]

11. Inan N, Unsur EK, Demirel A, Mamcu D, Sonmez E, Arısoy A. Investigation of Frequency of Rotavirus, Adenovirus and Norovirus in Patients with Acute Gastroenteritis. ANKEM. 2014;28(1):14-19.

12. Guarino A, Ashkenazi S, Gendrel D, Lo Vecchio A, Shamir R, Szajewska H; European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition; European Society for Pediatric Infectious Diseases. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition/European Society for Pediatric Infectious Diseases evidence-based guidelines for the management of acute gastroenteritis in children in Europe: update 2014. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2014;59(1):132-52.

13. Crenshaw BJ, Jones LB, Bell CR, Kumar S, Matthews QL. Perspective on Adenoviruses: Epidemiology, Pathogenicity, and Gene Therapy. Biomedicines. 2019;7(3). pii: E61. doi: 10.3390/biomedicines7030061.

Şekil 1. Olguların mevsimsel dağılımı



POLİS MEMURLARININ BESLENME, ÖĞÜN ATLAMA VE FİZİKSEL AKTİVİTE ALIŞKANLIKLARININ VÜCUT KİTLE İNDEKS DEĞERLERİYLE İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Aziz AKSOY
Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik
Diyetisyen Sebahat KARADAVUT
Sağlıklı Beslenme ve Diyet Merkezi, Keşan, Edirne

ÖZET

Bu çalışma, Bitlis İl Emniyet Müdürlüğü ve Tatvan İlçe Emniyet Müdürlüğüne bağlı birimlerde görev yapmakta olan emniyet çalışanlarının beslenme, öğün atlama ve fiziksel aktivite alışkanlıklarının vücut kitle indeks değerleriyle ilişkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmamız, Aralık 2016–Ocak 2017 tarihleri arasında Bitlis İl Emniyet Müdürlüğü ve Tatvan İlçe Emniyet Müdürlüğünde çalışmakta olan, araştırmayı kabul eden 300 emniyet çalışanına uygulanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak anket formu kullanılmıştır. Beslenme, öğün atlama, fiziksel aktivite alışkanlıklarının vücut kitle indeks değerleriyle ilişkisini değerlendirme doğrultusunda; emniyet çalışanlarının sosyodemografik özellikleri (yaş, cinsiyet, meslek, medeni durum, hizmet yılı, çalışma saatleri, beslenme alışkanlıkları, sigara tüketimi, diyet, fiziksel aktivite alışkanlıkları) öğrenilmiştir ve antropometrik ölçümler katılımcılara anketimizde sorularak öğrenilmiştir. Araştırmada anket sonuçlarına ilişkin verileri analizinde; Mann-whitney, Kruskal-wallis ve Ki kare testleri kullanılmıştır. Bulgularımızda; öğün atlama durumlarına göre BKİ durumlarına bakıldığında katılımcıların %54'ünün BKİ'si 25-29,9 aralığında, %38 inin BKİ'si olması gereken sağlıklı aralıkta yani 18,5-24-9 aralığındadır. Katılımcıların %0,08'i ise sağlıksız diyebileceğimiz zayıf ya da obez sınıfındadır. Katılımcıların %51'inin fiziksel aktivite yaptığı gözlemlenmiş, %49'u fiziksel aktivite yapmadığını belirtmiş ve fiziksel aktivite yapmadığını belirten katılımcıların %62'sinin olması gereken sağlıklı BKİ'ye sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Katılımcıların %57'si günde 3 öğün beslendiğini, %33'ü ise günde 2 öğün beslendiğini belirtmiştir. Katılımcıların %27'si ise ara öğün yapmadığını belirtmiştir. Ara öğün yapmadığını belirten katılımcıların %63'ünün olması gereken BKİ'ye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak fiziksel aktivite durumları sorgulandığında, fiziksel aktivite sınıflamasında hareketsiz diyebileceğimiz bir sonuçla karşılaştık, beslenme ve öğün atlama durumları sorgulandığında ise çoğunluğunun günde 3 öğün beslendiği, günde 2 öğün beslenenlerin ise daha az olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Beslenme, öğün atlama, fiziksel aktivite, beden kitle indeksi

Relation of Nutrition, Meal Skipping and Physical Activity Habits with Body Mass Index Values of Police Officers

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the relationship between nutrition, skipping and physical activity habits and body mass index values of police officers working in Bitlis Provincial Police Department and Tatvan District Police Department. The study was conducted on 300 police officers who worked at Bitlis Provincial Security Directorate and Tatvan District Security Directorate between December 2016 and January 2017. The questionnaire was used as a data collection tool. Nutrition, skipping meals, physical activity habits and body mass index values in accordance with the evaluation of the relationship; Sociodemographic characteristics (age, gender, occupation, marital status, years of service, working hours, dietary habits, cigarette consumption, diet, physical activity habits) of the safety workers were learned and anthropometric measurements were learned by asking the participants in our survey. In the data analysis of the survey results; Mann-Whitney, Kruskal-wallis and Chi square tests were used. Our findings; When BMI status is evaluated according to meal skipping status, 54% of the participants' BMI is in the range of 25-29.9, 38% is in the healthy range, which is supposed to be BMI, in the range of 18.5-24-9. 0.08% of the participants are weak or obese. It was observed that 51% of the participants did physical activity, 49% stated that they did not do physical activity and 62% of the participants who stated that they did not do physical activity did not have healthy BMI. 57% of the participants stated that 3 meals a day, 33% stated that 2 meals a day. 27% of the participants stated that they did not make snacks. It was observed that 63% of the participants who stated that they did not have snacks did not have the required BMI. As a result, when physical activity status was questioned, we encountered a result that we could call as inactive in physical activity classification, and when it was questioned in terms of nutrition and skipping, it was seen that the majority of the patients were fed 3 meals a day and those who fed 2 meals a day were less.

Keywords: Nutrition, skipping meals, physical activity, body mass index

GİRİŞ

Polislik mesleği yüksek risk taşıyan bir meslek olduğundan, bu risklerin ortaya çıkardığı olumsuz koşullarla mücadele etmek ve suçlarla mücadele konusunda yüksek efor sarf etmek

durumundadır. Bu nedenle polis sağlıklı, dinç ve fiziksel kapasitesi üst düzeyde olmalıdır. İyi bir polis, gerek fiziksel ve ruhsal sağlığını korumak, gerekse, uzun yıllar verimli bir şekilde hizmet sunmak için sağlıklı beslenmeli ve düzenli olarak egzersiz yapmalıdır, bu sayede her türlü zorluğa karşı hazırlıklı ve dirençli olurken, aynı zamanda sağlıklı bir bedene de sahip olacaktır (1). Yaşamın her evresinde bedensel ve zihinsel yönden sağlıklı olmak ve sağlığı devam ettirmek yeterli ve dengeli beslenme ile mümkündür (2, 3). Çalışan kişilerin beslenmeleri ise çok daha özel önem taşımaktadır. Yeterli ve dengeli beslenmeyen çalışanların hastalıklara karşı dirençleri azalırken, iş kazaları ve işe devamsızlıklarında artış gözlenmektedir. Kısacası çalışanların sağlık düzeylerinin bozulma riski artmaktadır (4).

Bu çalışmada Polis olarak görev yapmakta olan emniyet çalışanlarının beslenme, fiziksel aktivite ve sigara kullanma alışkanlıklarını saptamak amacıyla yapılmıştır

MATERYAL VE METOD

Çalışma Bitlis Eren Üniversitesi Etik Kurulundan 29/11/2016 tarih ve 2016715-IV sayılı izni alınarak Bitlis ili ve Tatvan ilçesinde görev yapan 260 erkek ve 40 kadın polis memuru ve amirlerinden oluşan toplam 300 gönüllü katılımcıdan oluşturuldu. Katılımcıların öğün atlama, fiziksel aktivite, kilo durumları, sigara kullanımları ve vücut kitle indekslerini içeren çoklu sayıda soru içeriklerinin yüz yüze görüşülerek cevaplanmasıyla, sorulara verilen cevaplar değerlendirmeye alınmıştır.

İstatistiksel Analiz

Anket verileri numaralandırılarak, önce Microsoft Excel'e girilmiş ve verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi IBM SSPS Statistics 20® Paket Programı ile Ki-kare ve Sıklık testleri uygulanıp, değerlendirilmiştir. $P<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmamız genel itibariyle çalışanların cinsiyetleri, ağırlıkları, BKİ'leri, fiziksel aktivite yapma durumları, diyet yapma durumları, öğün atlama, sabah, öğlen, akşam yemeklerini nerede tükettikleri, çalışma saatlerine göre sigara içme durumları için verilen cevaplar değerlendirilerek tablolar halinde gösterilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 32.81±7.06 olarak bulunmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların Cinsiyete Göre BKİ Durumları

	Cinsiyet		
BKİ	Erkek	Kadın	Toplam
<18,5	0	3	3
18,5-24,9	86	29	115
25-29,9	154	8	162
30-34,9	18	0	18
35>	2	0	2
Toplam	260	40	300

Erkek katılımcıların çoğunun BKİ'sinin 25-29,9 olduğu kadın katılımcıların çoğunun BKİ'sinin ise 18,5-24,9 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Oran olarak bayanlarda 1/5 iken erkeklerde bu oran yaklaşık 3/5 dir. Yani cinsiyetlere göre BKİ durumları gözlemlendiğinde kadın emniyet çalışanlarının daha sağlıklı Beden Kitle İndekslerine sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların Beden Kitle İndekslerine Göre Öğün Atlama Durumları

		Öğün Atlama Durumları			
		Evet	Hayır	Bazen	Toplam
BKİ	<18,5	2	0	1	3
	18,5-24,9	52	22	41	115
	25-29,9	80	25	54	162
	30-34,9	10	3	4	18
	35>	2	0	0	2
Toplam		146	50	100	300

Katılımcıların öğün atlama durumları tabloda verilmiş olup, 300 katılımcının %82(246)'si öğün atlama durumuna evet ve bazen cevabını vermiştir. Katılımcıların yalnızca %18(50)'i hayır cevabını vererek öğün atlamadığını belirtmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların Ara Öğünlerde Yiyecek-İçecek Tüketme Durumlarına Göre BKİ Durumları

		Ara Öğünlerinizde Yiyecek-İçecek Tüketimi			
		Evet	Hayır	Bazen	Toplam
BKİ	<18,5	1	0	2	3
	18,5-24,9	37	30	48	115
	25-29,9	45	46	70	162
	30-34,9	4	4	10	18
	35>	0	1	1	2
Toplam		87	81	131	300

Katılımcıların ara öğünlerinde yiyecek-içecek tüketme durumlarına göre BKİ'leri sorgulandığında 300 katılımcının %27(82)'si ara öğünlerinde yiyecek-içecek tüketmediğini, katılımcıların %29(87)'unun ara öğünlerinde yiyecek-içecek tükettiğini, katılımcıların %43(129)'ünün ise ara öğünlerinde bazen yiyecek-içecek tükettiğini belirttiği gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların Fiziksel Aktivite Yapma Durumlarına Göre BKİ Durumları

		Fiziksel Aktivite Yapma Durumları		
		Evet	Hayır	Toplam
BKİ	<18,5	1	2	3
	18,5-24,9	62	55	115
	25-29,9	82	78	162
	30-34,9	8	10	18
	35>	1	1	2
Toplam		154	146	300

Fiziksel aktivite yapma durumlarına Evet cevabını veren 154 katılımcının %53(82)'ünün BKİ'sinin 25-29,9 aralığında %40(62)'ının BKİ'sinin 18,5-24,9 aralığında, %0,05(8)'inin 30-34,9 aralığında olduğu, evet cevabını veren yalnızca 1 katılımcının BKİ'sinin <18,5, 1 katılımcının BKİ'sinin de >35 olduğu gözlemlenmiştir. Fiziksel aktivite yapma durumuna göre BKİ durumları (P<0,000) anlamlı olarak bulunmuştur.

Tablo 5. Katılımcıların Kilo Vermek İsteme Durumlarına Göre BKİ Durumları

		Kilo Vermeyi İsteyip İstememe Durumları		
		Evet	Hayır	Toplam
BKİ	<18,5	0	3	3
	18,5-24,9	19	96	115
	25-29,9	79	83	162
	30-34,9	14	4	18
	35>	1	1	2
Toplam		113	187	300

Katılımcıların kilo vermek isteyip istememe durumlarına göre BKİ durumları sorgulandığında 300 katılımcının %62(187)'sinin hayır, %37(113)'sinin ise evet cevabını verdiği gözlemlenmiştir. Hayır cevabını veren 187 katılımcının %51(96)'inin BKİ'sinin 18,5-24,9 aralığında olduğu, %44(83)'ünün BKİ'sinin 25-29,9 aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 6. Katılımcıların Fazla Kilolu Olduklarını Düşünme Durumlarına Göre BKİ Durumları

	Fazla Kilolu Olduğunu Düşünme Durumları		
BKİ	Evet	Hayır	Toplam
<18,5	0	3	3
18,5-24,9	12	104	116
25-29,9	72	89	161
30-34,9	15	3	18
35>	1	1	2
Toplam	100	200	300

Katılımcıların BKİ'lerine göre fazla kilolu olduklarını düşünme durumlarına Evet cevabını veren 100 katılımcının %88(88)'inin BKİ'sinin olması gereken (18,5-24,9) BKİ aralığından yüksek BKİ'ye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Fazla kilolu olduğunu düşünme durumlarına göre BKİ durumları anlamlı (P<0,000) bulunmuştur.

Tablo 7. Katılımcıların Son Bir Ay İçerisinde Diyet Yapıp Yapmama Durumlarına Göre BKİ Durumları

		3.Son 1 Ay İçerisinde Diyet Yaptınız Mı?			
		Evet	Hayır	3,00	Toplam
BKİ	<18,5	0	3	0	3
	18,5-24,9	7	109	0	116
	25-29,9	15	146	0	161
	30-34,9	2	16	0	18
	35>	0	2	0	2
Toplam		24	276	0	300

Katılımcıların son 1 ay içerisinde diyet yapıp yapmama durumlarına göre BKİ'leri sorgulandığında 300 katılımcının %92(276)'sinin hayır, %8(24)'inin ise evet cevabını verdiği gözlemlenmiştir. Hayır cevabını veren 276 katılımcının %53(146)'ünün BKİ'sinin 25-29,9 aralığında, %39(109)'unun BKİ'sinin 18,5-24,9 aralığında, %0,06(16)'sının BKİ'sinin 30-34,9 aralığında olduğu 2 katılımcının BKİ'sinin ise >35 olduğu gözlemlenmiştir. Evet cevabını veren 24 katılımcının BKİ'si sorgulandığında, %29(7)'unun BKİ'sinin normal değerlerde (18,5-24,9) olduğu, %71(17)'inin BKİ'sinin ise normal değerlerden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

TARTIŞMA

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından obezite "Sağlığı bozacak ölçüde yağ dokularında anormal veya aşırı yağ birikmesi" olarak tanımlanmıştır. Yetişkin erkeklerde vücut ağırlığının %15-18'i, kadınlarda ise %20-25'ini yağ dokusu oluşturmaktadır. Erkeklerde bu oranının %25, kadınlarda ise %30'un üzerine çıkması durumunda obezite gelişmektedir (5). Yaptığımız çalışmada ise erkek ve kadınların BKI durumları arasında tabloda fark görülse de erkek polislerin ankete daha çok katılımında dolayı, erkeklerin daha çoğu preobez olarak görüldü, kadınlarda ise neredeyse hepsi normal kilo ve altında olarak ölçüldü. Aralarındaki fark ise anlamsızdı ($p>0,05$). Öğün atlama ve düzensiz beslenme alışkanlığı, öğünlerde tüketilen besinlerin türünü ve miktarını etkilemekte, aralarda açlığı bastırmak için seçilen besinlerin yağ ve karbonhidrat içeriği yüksek besinlerden tercih edilmesine neden olmaktadır. Ayrıca öğün atlama, termik etkisiyle enerji kaybını azaltmaktadır (6). Bizim çalışmamızda öğün atlama sorgulandığında çoğunluğunun 3 öğün yaptığı 2 öğün yapanların ise daha az olduğu görülmüştür.

Fiziksel yönden sağlıklı olmanın ön koşulu kabul edilen uygunluk düzeyi, düzenli olarak egzersizlere katılmakla elde edilebilmektedir. Sağlıklı beslenme alışkanlığı ve egzersiz sağlığın korunması ve geliştirilmesi için büyük önem taşımaktadır (7, 8). Fiziksel uygunluk testleri polislik mesleğinde mesleğe kabulde ön şart kabul edilse de, zamanla yaşa, fiziksel aktivite eksikliğine, genetik faktörlere bağlı olarak kaçınılmaz olabilmektedir (9). Sonuçlarımızda da fiziksel aktivite durumları sorgulandığında, fiziksel aktivite sınıflamasında hareketsiz diyebileceğimiz bir sonuçla karşılaştık, bu da ister istemez BKI hesaplamalarında preobez değerler çoğunlukta olduğu görüldü. Bulunduğumuz bölge ve il olarak ta hareket kısıtlılığını tetikleyen bir çok sebepte tablo verilerimizi etkilediğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak; Araştırmamıza katılan bireylerde düzenli egzersiz yapma oranları oldukça düşük bulunmuştur. Buna bağlı olarak da katılımcıların BKİ değerleri olması gereken değerlerin az da olsa üzerinde olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Şafak, A. (1999) Polisin El Kitabı, Beşinci Basım, Ankara, s.45-48.
2. Tanır F, Şaşmaz T, Beyhan Y ve ark. Doğankent beldesinde bir tekstil fabrikasında çalışanların beslenme durumu. Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi 2001;7(2):22-5.

3. Jankauskiene, R. Baceviciene, M. Body Image Concerns and Body Weight Overestimation Do Not Promote Healthy Behaviour: Evidence from Adolescents in Lithuania. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019; 16(5): 864.
4. Sözen S, Bilir N, Yıldız AN, Yıldız E, Sözen T. Metal sektöründe bir işyerinde çalışanların beslenme alışkanlıkları ve ilişkili antropometrik ölçümleri. Toplum Hekimliği Bülteni 2009;28(3):7-14.
5. WHO.Global recommendations on physical activity for health. Available online:http://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf; 2010 [accessed on 01.12.2019].
6. Pendergast FJ, Livingstone KM, Worsley A, McNaughton SA. Correlates of meal skipping in young adults: a systematic review. Int J Behav Nutr Phys.Act. 2016; 13(1): 125.
7. Pekcan, G. (Ekim,2001). Türkiye'de Beslenme Sorunları ve Boyutları: Besin ve Beslenme Politikaları ve Önemi. DSÖ Türkiye İrtibat Ofisi - WHO Turkey Liaison Office. http://www.un.org.tr/who/nutrition [accessed on 01.12.2019].
8. Swinburn, B.A., Caterson, I., Seidell, J.C., James, W. (2004). Diet, Nutrition and the Prevention of Excess Weight Gain and Obesity. Public Health Nutrition, 7(1), 123-146.
9. Zorba E. Herkes İçin Spor ve Fiziksel Uygunluk, Meyir Matbaası, Ankara, 1999.

RÜZGÂR TÜRBİNLİ VE GÜNEŞ PANELLİ HİBRİT AKILLI ÇEVRE AYDINLATMA SİSTEMLERİ TASARIMI

DESIGN OF HYBRID SMART ENVIRONMENT LIGHTING SYSTEMS WITH WIND TURBINES AND SOLAR PANELS

Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

Dipl.-Ing.Alptekin ÖZDEMİR

Technische Universität Hamburg, FGL-Forschungsgemeinschaft für Logistik e.V., Hamburg/Germany

Hande Nur ALP

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

ÖZET

Artan enerji maliyetleri ve gereksinim duyulan yeni enerji çözümleri günün ve haftanın her saati aktif olması gereken sistemlerde yeni çözümler aramakta ve bunun için şehir aydınlatmalarında yenilenebilir enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarını güneş-rüzgar enerjisi hibrit çevre aydınlatma sistemi ile aktif kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada, çevre aydınlatma sistemleri için entegre olarak hem güneş paneli hem de rüzgâr türbini ile tasarlanmış, birisinin çalışmadığı durumda diğerinin işlem görmesi amaçlanmıştır. Bu temel amaç doğrultusunda üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgar türbini tasarlanarak, rüzgâr türbini ve güneş paneli hibrit akıllı çevre aydınlatma sistemleri ile entegre çalışacak bir program geliştirilecektir. Bu programda rüzgâr hızı ve güneş enerjisi bilgilerini (ortalama rüzgâr hızı, güneşlenme süresi, havanın yoğunluğu, türbinin kesit alanı gibi) ile ilgili bilgileri programa girdiğimiz zaman rüzgâr türbini ile güneş panelinin kapasitesi ve aydınlatma için kullanacağımız LED gücünü belirlemek olacaktır. Rüzgâr türbinli ve güneş panelli entegre hibrit akıllı çevre aydınlatma sistemimizde özel tasarım helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgâr türbini kullanılacaktır. Üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgar türbini ile rüzgar esme yönü fark etmeksizin çalışmasına devam ederek enerji üretebilen, rijit çelik konstrüksiyon yapıya sahip, manyetik alan destekli daha hafif, dayanımlı, sessiz olarak rüzgar kuvvetinden yararlanabilen, uzun ömürlü, yüksek verimli, sık bakım gerektirmeyen ve maliyeti düşük yeni bir teknoloji üretilmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar türbini, güneş paneli, tasarım, akıllı çevre aydınlatma sistemleri

ABSTRACT

As a result of increasing energy costs, new energy solutions are searched for systems that need to be active around the clock, and renewable energy is needed in urban lighting. Therefore, renewable energy sources should be actively used with solar-wind energy hybrid environmental lighting systems. In this study, we aim to develop environmental lighting systems integrated with both solar panels and wind turbines and operating continuously when one of the sources is offline. In line with this basic purpose, a three-bladed spiral-structured magnetic field-assisted wind turbine will be designed, and a software application that will work in integration with a smart hybrid environment lighting systems having wind turbines and solar panels will be developed. The wind speed and solar energy information (average

wind speed, insolation duration, air density, turbine cross-sectional area, etc.) entered into the software, will be used to determine the capacity of the wind turbine and solar panel and the LED power to be used for lighting. In our integrated hybrid intelligent lighting system with wind turbine and solar panel, a specially-designed helical structure magnetic field-assisted wind turbine will be used. With the three-bladed spiral-structured magnetic field-assisted wind turbine, a technology that can continue to work regardless of wind direction, has a rigid steel construction structure, the magnetic field-assist, which is lighter, durable, quietly wind-powered, long-lasting, highly efficient, maintenance-free and cost-efficient will be produced.

Keywords: Wind turbine, solar panel, design, smart environment lighting systems

1. GİRİŞ

Çağımızın en büyük sorunlarından biri olan küresel iklim değişikliği beraberinde birçok çözüm önerisini de getirmiştir. Bunlardan en önemlisi yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar hem çevreye zarar verdiği hem de tükenme ihtimaliyle karşı karşıya olduğu için yerini yenilenebilir enerjilere bırakmaktadır. Bunların yanı sıra nüfus artışı, petrol-doğal gaz gibi kullanılan doğal kaynakların fiyatlarının artışı, sanayinin gelişmesi enerji ihtiyacımızın daha da arttığını göstermektedir [1].

Gelişmekte olan ve gelişmiş dünya ülkelerinde artan enerji ihtiyacımızın karşılanması için yenilenebilir enerji kaynakları üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Güneş enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, gelgit enerjisi, hidrojen enerjisi, rüzgâr enerjisi, biokütle enerjisi, dalga enerjisi olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgâr enerjisi hem daha az maliyetli hem güvenilir hem de çevreye zararı en az olandır. Bu da enerji kullanım tercihinin fosil yakıttan rüzgâr enerjisine kaymaya başladığının en önemli nedenlerindendir [2]

Artan enerji maliyetleri ve gereksinim duyulan yeni enerji çözümleri günün ve haftanın her saati aktif olması gereken sistemlerde yeni çözümler aramakta ve bunun için şehir aydınlatmalarında yenilenebilir enerji ve akıllı sistemlerle entegre bir yapı ihtiyaç oluşturmaktadır. Bu nedenden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarını özel tasarım akıllı aydınlatma sistemiyle aktif kullanmak çalışmanın esas hedefidir. Bu sayede akıllı şehirlere geçiş için büyük adımlar atmak amaçlanmaktadır.

Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde günümüzde kullanılabilirliği açısından en fazla dikkat çeken enerji kaynağıdır. Dünya'da son yıllarda en hızlı gelişen enerji türü olan rüzgar enerjisi Türkiye'de de artma eğilimindedir. 2009 yılında yaşanılan global ekonomik krize rağmen, yeni rüzgar türbini yatırımları hem dünyada hem ülkemizde artmaya devam etti, ortalama artış ile % 42 civarındadır. 2010 yılı sonunda 1320 MW olan Türkiye rüzgar santralleri kurulu gücü 2011 yılında 1805 MW'a çıkmıştır. Her yıl yaklaşık 750-1000 MW artış göstererek, 2018 yılı sonunda 7369 MW'a kadar artmıştır [3,4].

Türkiye'nin hedefi 2020 yılında tüketilen elektrik enerjisinin %10'unu rüzgardan karşılamaktır. Ayrıca, 2027 yılına kadar 16000 MW'lık rüzgar enerjisi kapasitesinin devreye alınması hedeflenmektedir. Türkiye'nin karadaki rüzgar potansiyelinin 37000 MW, deniz üstü (offshore) rüzgar potansiyelinin ise 11000 MW olduğu öngörülmektedir. Türkiye toplamda 48000 MW'lık rüzgar enerjisi potansiyeliyle, elektrik ihtiyacının yarısını bu kaynaktan karşılayabilecek potansiyele sahiptir [5].

Bu çalışmada akıllı çevre aydınlatma sistemleri için entegre olarak hem rüzgâr türbini hem de güneş enerjisini kullanılmış, birisinin çalışmadığı durumda diğerinin işlem görmesi hedeflenmiştir. Herhangi aksi bir durumda ikisi de çalışmaz ise önceden depoladığı enerjiyi

sorunsuz bir şekilde kullanabilecek yapıda tasarlanmıştır. Bu sayede aydınlatmama ihtimali ortadan kalkmış olacaktır.

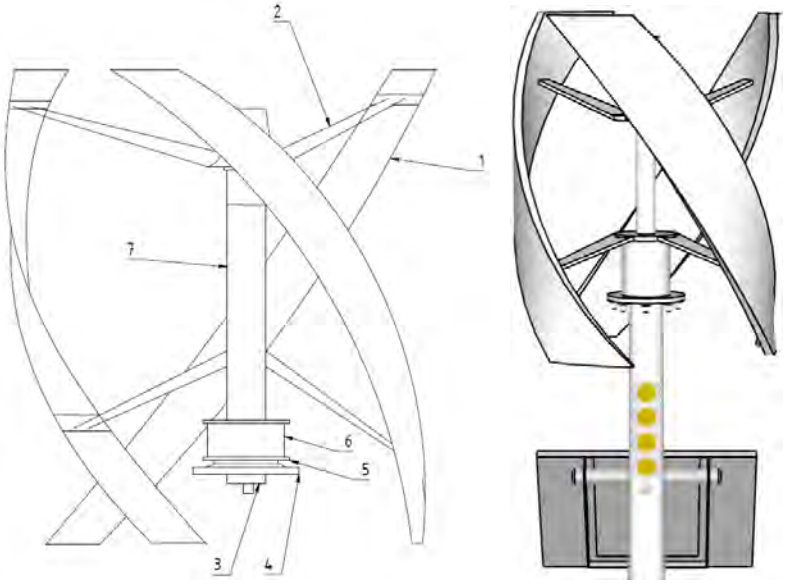
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Dikey rüzgar türbini tasarımı

Günümüzde rüzgar türbinleri dönme eksenine göre yatay eksenli rüzgar türbinler, dikey eksenli rüzgar türbinler ve eğik eksenli rüzgar türbinler olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Yatay eksenli rüzgar türbinleri; bu türbinlerde; dönme ekseni rüzgar yönüne paralel, kanatlar rüzgar yönüne diktir. Bu türbinlerde rotor kanatların sayısı azaldıkça rotor daha hızlı dönmektedir. Bu türbinlerin verimi yaklaşık %45'dir. Yatay eksenli rüzgar türbinleri genel olarak yerden 20-30 metre yüksekte ve çevredeki engellerden 10 metre yüksekte olacak şekilde yerleştirilmektedir.

Spiral kanatlı rüzgar türbinleri kanat yapısı istenilen verimin ve performansın elde edilmesini sağlayamamaktadır. Ayrıca söz konusu ürünler maliyet açısından dezavantajlı olmaktadır. Bu çalışmada, bu dezavantajların üstesinden gelebilen üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgar türbini ile rüzgar esme yönü fark etmeksizin çalışmasına devam ederek enerji üretebilen, rijit çelik konstrüksiyon yapıya sahip, sürtünme oluşturmayacak manyetik alan destekli, hafif, dayanımlı, sessiz olarak rüzgar kuvvetinden yararlanabilen, uzun ömürlü, yüksek verimli, sık bakım gerektirmeyen ve maliyeti düşük yeni bir rüzgar türbini tasarlanmıştır. Rüzgar türbini üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgar türbini ile bir direğe ilişkilendirilmiş gövde, gövde alt kısmına konumlandırılmış jeneratör, gövdenin alt ve üst kısmına ilişkilendirilmiş en az 3 adet kanat bağlantı ve kanat bağlantılara ilişkilendirilmiş en az 3 adet kanattan meydana gelmektedir. Üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgar türbini;

- Gövdenin direğe sabitlenmesini sağlayan direk bağlantıyı içeren gövdeye sahip olması,
- Jeneratör kapağı içeren jeneratöre sahip olması,
- Jeneratörün direğe sabitlenmesini sağlayan jeneratör direk bağlantıyı içeren jeneratöre sahip olması,
- Helezon yapıda olan kanada sahip olması,
- Rijit çelik konstrüksiyon yapıda olan kanat ve kanat bağlantıya sahip olmasıdır.



Şekil 1. Helezonik yapılı rüzgar türbini tasarımı

Teknolojinin gelişimi ve yenilenebilir enerjilerden olan rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisinin sürdürülebilir oluşunun daha verimli kullanımını amaçlayarak bu proje kapsamında geliştirilen rüzgâr türbinli ve güneş panelli çevre aydınlatma sistemi tasarlanmıştır.

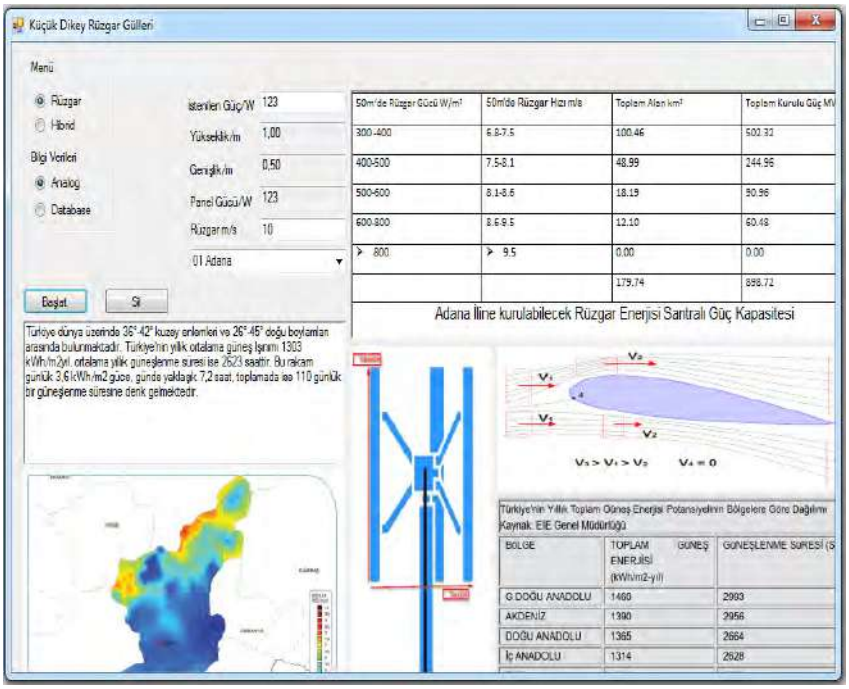
Tasarımı yapılan rüzgâr türbinli ve güneş panelli çevre aydınlatma sistemlerinin parçaları aşağıda verilmiştir.

1. Rüzgar türbini (Direk, 3 adet kanat, gövde)
2. Taşıyıcı gövde
3. Jeneratör
4. Güneş Paneli
5. LED lamba
6. Batarya
7. Hareket Sensörü

2.2. Program yazılımı

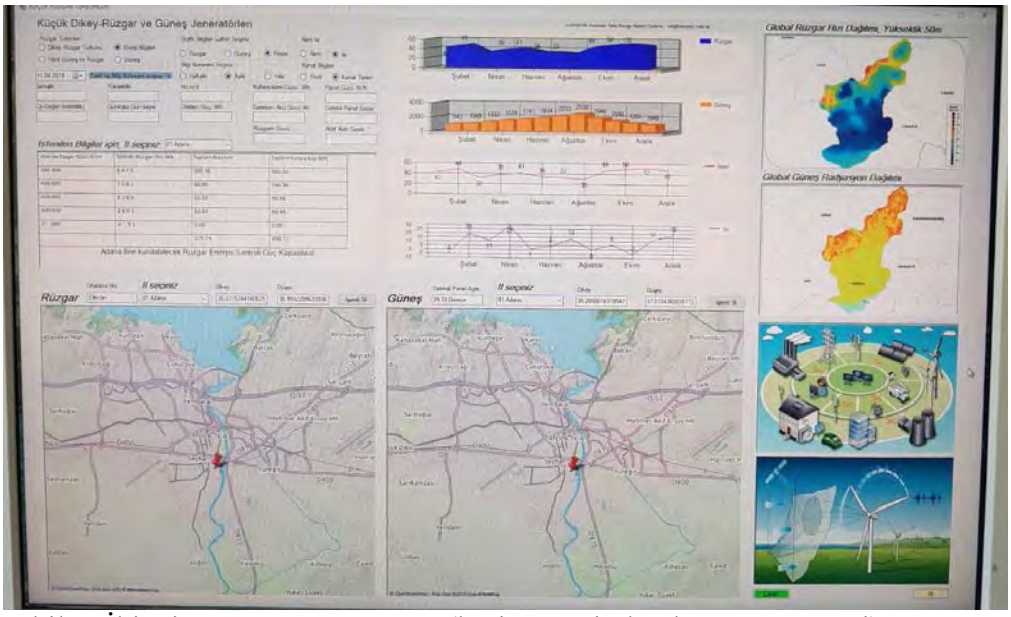
Bu çalışmada, üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgâr türbini tasarlanarak, rüzgâr türbini ve güneş paneli hibrit akıllı çevre aydınlatma sistemleri ile entegre çalışacak iki farklı program geliştirilmiştir.

Birinci programda rüzgâr hızı ve güneş enerjisi bilgilerini (ortalama rüzgâr hızı, güneşlenme süresi, havanın yoğunluğu, türbinin kesit alanı gibi) programa girdiğimiz zaman rüzgâr türbini ile güneş panelinin kapasitesi ve aydınlatma için kullanacağımız LED gücü belirlenmektedir (Şekil 2).

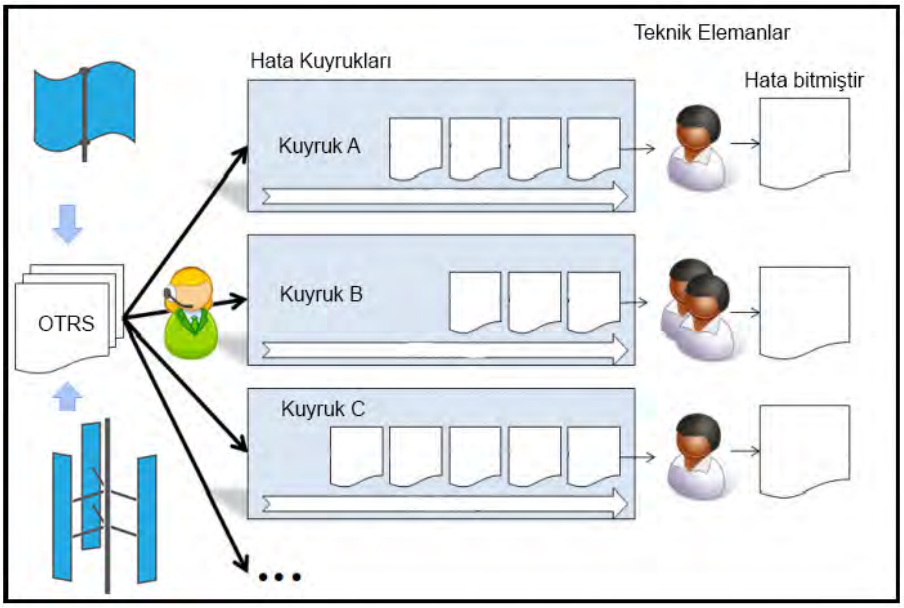


Şekil 3. Birinci programın ara yüzü (Rüzgâr Türbini, güneş paneli ve LED gücü)

İkinci programda harita üzerinden hangi noktalarda rüzgâr türbinli ve güneş panelli akıllı sokak aydınlatma sistem, olduğunu gösterebilecek, herhangi bir arıza durumunda tespit ve müdahalenin hızlanması için bulut bilişim teknolojisini kullanacaktır (Şekil 3). Bulut bilişimi teknolojisinde açık kaynak uyarı talep sistemi (OTRS) ile anlık veri akışı sağlanacaktır (Şekil 4).



Şekil 3. İkinci programın ara yüzü (harita üzerinden konum vermesi)



Şekil 4. Açık kaynak uyarı talep sistemi (OTRS)

2.3. Rüzgar üretim gücü hesaplama

Rüzgar türbinleri yatay ve düşey eksenli olmak üzere iki sınıfdadır. Hesaba dayalı olarak yapılan ilk yatay eksenli rüzgar çarklarının tasarımı 1930'lu yıllarda Betz tarafından yapılmıştır. Bu rüzgar çarklarının teorik verimi % 59 olup literatürde Betz limiti olarak tanınır. Modern düşey eksenli rüzgar türbinleri üzerindeki ilk çalışmalar Savonius ve Darrieus tarafından yapılmıştır. Daha sonra düşey eksenli bu iki rüzgar çarkının üstünlükleri ve sakıncaları göz önünde bulundurularak birleşik Savonius-Darrieus rüzgar çarkları geliştirilmiştir. Bu iki sınıftaki yatay ve düşey eksenli rüzgar çarklarının yapısal özellikleri de göz önünde bulundurularak çeşitli alt sınıflara ayrılabilir [1].

Rüzgar enerjisinden faydalanmak için, ilk olarak rüzgar güç potansiyelinin belirlenmesi gerekir. Rüzgar milinin, kanat süpürme alanından akan hava kütlesi parçacıklarının momentum değişimi yapmasıyla dönen bir makine olduğu düşünülürse, süpürme alanındaki

rüzgar gücü, bu alanın büyüklüğü, havanın yoğunluğu ve hızının küpüyle orantılıdır. Rüzgardan elde edilebilecek güç ise şöyle yazılabilir [6].

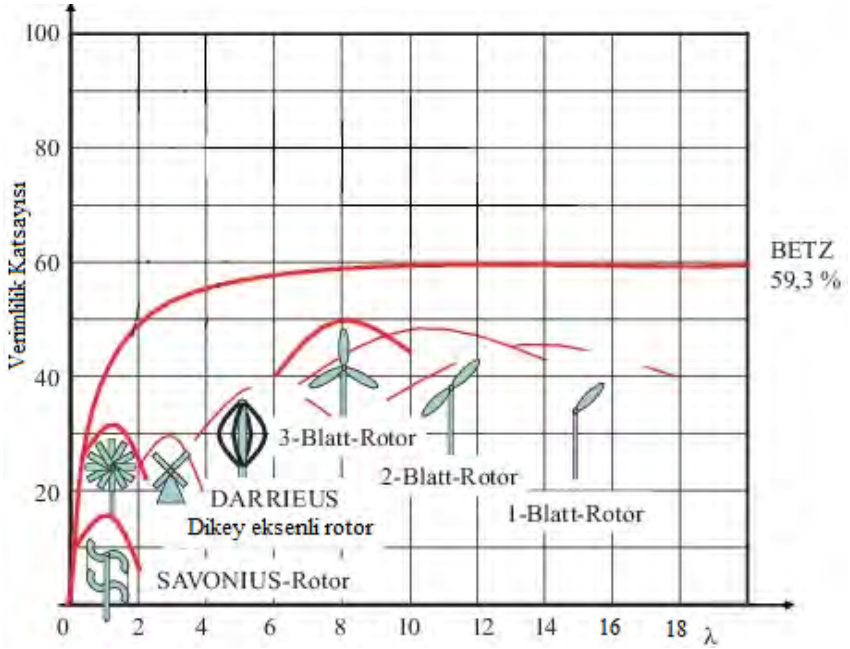
$$P_A = \frac{1}{2}\rho A V^3 \quad (1)$$

Burada, 15.6 C° ve 1 atmosfer basınçta deniz seviyesindeki havanın yoğunluğu ρ_0=1.225 kg/m^3 değeri dikkate alınarak deniz seviyesinden yüksekliği (H_m) ve diğer konum bilgilerine göre düzeltilmiş hava yoğunluğu şöyle bulunur [7]:

$$\rho = \rho_0 - 1.194 \cdot 10^{-4} H_m \quad (2)$$

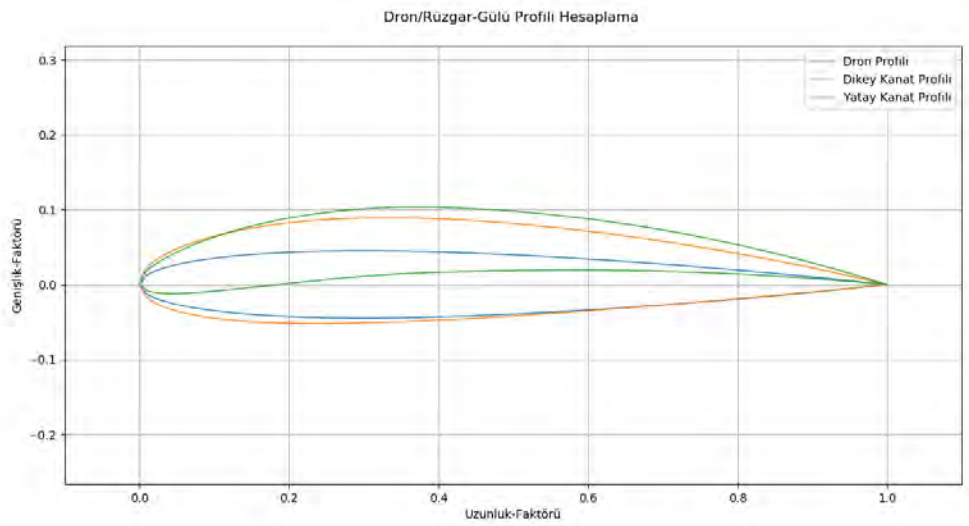
Görüldüğü gibi, güç potansiyelini belirlemek için en önemli girdi rüzgar hızıdır. Rüzgar yönü, potansiyel için etkili olmamakla birlikte rüzgar enerjisi çevrim sistemlerinin yerleştirilmesinde önemli bir rol oynar. Bir bölgenin rüzgar gücü potansiyelinin belirlenebilmesi için belirli zaman aralıklarında ölçülmüş rüzgar hızı değerlerine ihtiyaç vardır. Bunun için meteoroloji istasyonları ve hava meydanlarının yaptıkları ölçümlerden yararlanılabilir [8].

Rüzgar türbini üretim gücü hesaplamasında betz limiti dikkate alınmıştır. Hesaplamada betz limiti % 59,26 olarak alınmıştır. Rüzgar türbinlerinin evrimi ve verimliliği Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Rüzgar türbinlerinin evrimi ve verimliliği [9, 10]

Bu çalışmada rüzgar türbini kanat tasarımında kanat profili programı geliştirilmiştir (Şekil 5). Bu programda kanat kalınlığında genişlik ve uzunluk faktörüne göre kanat yapısı belirlenmiştir.



Şekil 5. Helezonik yapılı rüzgar türbini kanat profili

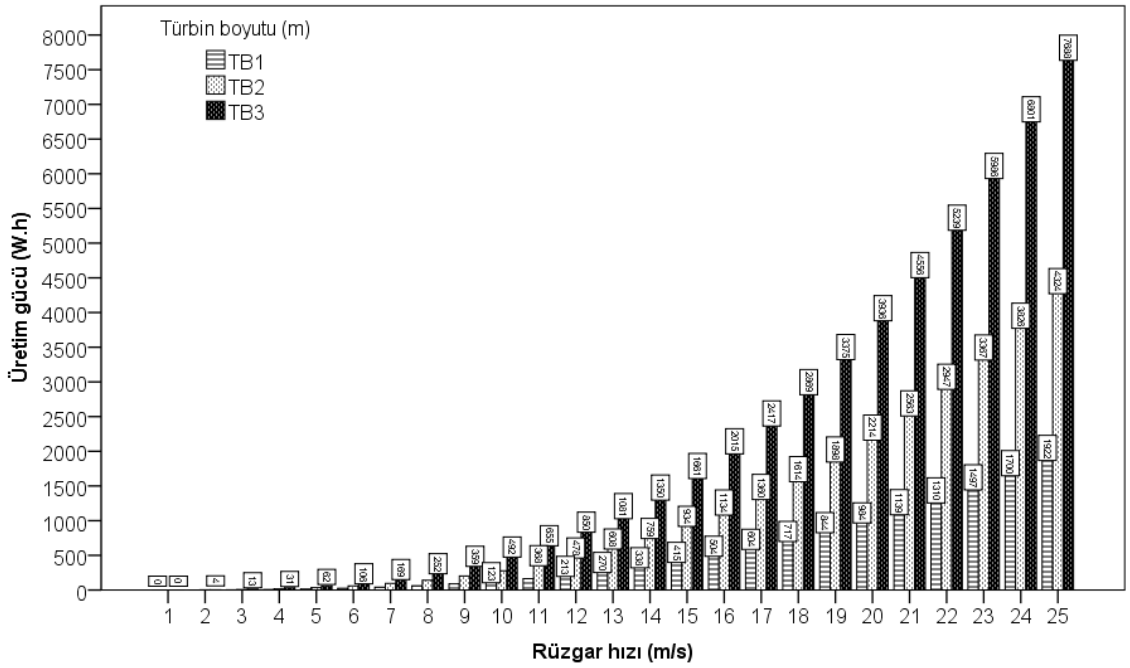
3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Tasarımı yapılan rüzgar türbininin 1-25 m/s rüzgar hızında üretim gücü ile üç farklı türbin boyutları arasındaki ilişki istatistiksel (ANOVA) analiz edilmiştir. Farklı rüzgar hızlarında türbin boyutu bakımından $p<0.001$ anlamlılık düzeyinde türbin boyutu bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Buna göre rüzgar türbini tasarımında rüzgar türbini boyutlarının etkili olduğu görülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Rüzgar türbini boyutlarının istatistiksel (ANOVA) analizi

N	Türbin Boyutu (m)		Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	Anlamlık Düzeyi	95% Güven Aralığı	
Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken (I)	Bağımsız Değişken (J)				Alt Limit	Üst Limit
TB	TB1	TB2	-649,5932*	251,56431	<0,001	-1257,9984	-41,1880
		TB3	-1559,0284*	251,56431	<0,001	-2167,4336	-950,6232
	TB2	TB1	649,5932*	251,56431	<0,001	41,1880	1257,9984
		TB3	-909,4352*	251,56431	<0,001	-1517,8404	-301,0300
	TB3	TB1	1559,0284*	251,56431	<0,001	950,6232	2167,4336
		TB2	909,4352*	251,56431	<0,001	301,0300	1517,8404

Türbin tasarımında farklı rüzgar hızı ve türbin boyutlarına göre üretim gücü değerleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Rüzgar hızı-güç dağılım eğrisi

Rüzgar türbinlerinde rüzgar hızı artıkça üretim gücü değerlerinin artığı görülmektedir. TB1 türbin boyutunda 1 m/s 'de üretim gücü 0,123 W ile en düşük değer alırken, TB3 türbin boyutunda 25 m/s'de üretim gücü 7687,5 W ile en yüksek değeri almıştır. Buna göre türbin boyutu artıkça üretim gücü artığı görülmektedir.

Tasarımı yapılan türbinde 4 LED lamba (10W-40W) için toplamda 40 W ile 160 W arasında elektrik enerjisine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu durumda TB1 türbin boyutunda ortalama 7-11 m/s rüzgar hızında 40-160 W arasında, TB2 türbin boyutunda ortalama 6-9 m/s rüzgar hızında 60-200 W arasında, TB3 türbin boyutunda ortalama 5-7 m/s rüzgar hızında 60-170 W arasında üretim gücüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda, üç kanatlı helezonik yapılı manyetik alan destekli rüzgar türbini ile rüzgar esme yönü fark etmeksizin çalışmasına devam ederek enerji üretebilen, rijit çelik konstrüksiyon yapıya sahip, manyetik alan destekli daha hafif, dayanımlı, sessiz olarak rüzgar kuvvetinden yararlanabilen, uzun ömürlü, yüksek verimli, sık bakım gerektirmeyen ve maliyeti düşük yeni bir teknoloji üretilmiş olacaktır. Üretimi yapılacak rüzgar türbininin yenilikçi yönleri;

- Akıllı çevre aydınlatma sistemleri için entegre olarak hem rüzgâr türbini hem de güneş enerjisini kullanılmış, birisinin çalışmadığı durumda diğerinin işlem görmesi hedeflenmiştir. Herhangi aksi bir durumda ikisi de çalışmaz ise önceden depoladığı enerjiyi sorunsuz bir şekilde kullanabilecek yapıda tasarlanmıştır. Bu sayede aydınlatmama ihtimali ortadan kalkmış olacaktır.
- 3-4 m/s rüzgâr hızı ile LED Lambalar sayesinde ortamı aydınlatması,
- 5V civarında 2*2.3V / 30Ah özel yapılmış bataryalar 3-5 gün rüzgârsız LED lambaların çalışması,

- LED yönetimi sayesinde hareket sensörü aktif olunca belirli süre içinde 3 LED birlikte yanmaktadır. Hareket bittikten sonra bekleme pozisyonuna geçerek 1 LED yanmaktadır. Böylece batarya daha uzun dayanmaktadır.
- Rüzgâr türbinin gövdesi mıknatısla havada durduğu için sürtünme oluşmayacak manyetik alan destekli daha hafif, verimli ve sessiz rüzgâr kuvvetinden yararlanarak, daha uzun ömürlü 40-160 W elektrik enerjisi üretecektir.

Tasarımı yapılan rüzgar türbini sokaklarda kullanılabileceği için o bölgede yaşayan insanlara yararlı olup, hayatlarını kolaylaştıracaktır. Şehirlerde sokak lambalarında, park ve bahçelerde, trafik lambaları, tanıtım tabelaları, karayolları ve otobanlarda aydınlatma sistemi olarak kullanılabilir. Akıllı şehirlerde optimal rüzgâr türbini seçimi programı sayesinde yapılan yanlış yatırımlar, hatalı ölçümler ve hesaplamaların önlenmesi, aynı zamanda akıllı çevre aydınlatma sistemleri üzerine çalışmalarımız devam etmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Atılgan, M., Altan, B. D., ve Atlıhan, A. B. Rüzgâr Türbini Uygulamaları.

[2] https://www.enerjiportali.com/ruzgar-enerjisi-nedir/, Erişim Tarihi 08.05.2019

[3]TÜREB. (2019). Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği. Green Office Kızılırmak Mah. 1443. Cad. No: 22/16 Çukurambar/Ankara

[4] EPİAŞ. (2019). Elektrik Piyasası İşletme Anonim Şirketi, Ankara.

[5] Gültekin, U. (2019). Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarının Gelişimi. Electronic Turkish Studies, 14(4).

[6] Simmons, D.M. 1975. Wind Power, London,.

[7] Patel, M. P. 1999. Wind and Solar Power Systems, CRC Pres LLC, New York.

[8] Hocaoğlu, F. O. ve Kurban, M. 2005. Rüzgar Gücünden Elektrik Enerjisi Üretimi için Rüzgar Türbini Tasarımı, EVK'2005 1. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli, 17-18 Mayıs.

[9] Betz, A. Das Maximum der Theoretisch Möglichen Ausnu¨tzung des Windes durch Windmotoren.Zeitschrift fu¨r das gesamte Turbinewesen, September 20th 1920 pp. 307–209

[10] http://www.energiewelten.de/, Erişim Tarihi, 28.11.2019.

TÜRKİYE'DE GÜNEŞ VE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ İNDEKSİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZLE BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF THE INDEX OF SOLAR AND WIND ENERGY POTENTIAL IN TURKEY WITH STATISTICAL ANALYSIS

Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

Dipl.-Ing.Alptekin ÖZDEMİR

Technische Universität Hamburg, FGL-Forschungsgemeinschaft für Logistik e.V., Hamburg/Germany

Gökhan KAYA, Hande Nur ALP

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

ÖZET

Ülkemizin yenilenebilir enerjisi potansiyeli açısından avantajlı olduğu bilinmektedir. Sanayi sektörünün ve nüfusun artmasıyla birlikte enerji tüketimi de artmaktadır. Bu sebeple enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş ve rüzgar enerjisinden elde edilmesinin önemi artmaktadır. Bu çalışmada 2018 yılına ait 81 ilin güneş ve rüzgar enerjisi verileri kullanılmıştır. Bu veriler yardımıyla güneş enerjisi güneşleme süresi (sa), radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün), rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) değerleri istatistiksel K ortalamalar kümeleme yöntemi ile güneş ve rüzgar enerji potansiyel indeksi belirlenmiştir. Güneş ve rüzgar enerji potansiyeli indeksi Türkiye'deki illerin enerji kapasitelerinin belirlenmesi, uygun panelin ve rüzgar türbininin seçimi, performans tahmini, verimliliğin artırılması ve maliyetlerin azaltılmasında yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Güneş ve rüzgar enerjisi; enerji potansiyeli indeksi; istatistiksel analiz

ABSTRACT

It is known that our country is advantageous in terms of renewable energy potential. With the developments in the industrial sector and the increase in population, energy consumption also increases. For this reason, the importance of obtaining energy needs from renewable energy sources such as solar and wind energy is increasing. In this study, 2018 solar and wind energy data of 81 provinces were used. With the help of these data, solar energy insolation time (h), radiation values (kWh/m^2.day), wind power installed power (MW) and total area (km^2) values were found, and solar and wind energy potential index was determined by statistical K means clustering method. Determination of solar and wind energy potential index will help with the determination of the energy capacity of the provinces in Turkey, the selection of appropriate solar panels and wind turbines, performance estimation, performance increase, and cost reduction.

Keywords: Solar and wind energy; energy potential index; statistical analysis

1. GİRİŞ

Ülkemizde coğrafi konum itibariyle güneş enerjisinden faydalanma potansiyeli nüfus artışı ve sanayi sektörünün gelişmesiyle birlikte enerji tüketimi artmaktadır. Enerji tüketimi yaşam

gereksinimlerinin en önemli parçalarından biridir. Bu yüzden insanlık geçmişten bu güne çeşitli enerji kaynaklarını kullanarak uygarlıklarının gelişimlerine öncülük etmiştir. Fakat son bir yüzyılda makineleşme ve sanayileşmenin ortaya çıkıp gelişmesiyle fosil tabanlı hammaddelerin yakıt olarak tüketilmesi tüm insanlık tarihindeki en büyük tüketim olarak bulunmaktadır. Fakat bu fosil bazlı yakıtların tüketimi son yüzyılda dünya gezegeninde şimdiye kadar oluşturmuş en büyük atmosfer kirliliği ve iklimsel değişimlerin başlangıcı olmuştur. İnsanoğlu fosil enerji kaynaklarının tükenecek olması ve çevreye zararlı olması nedeniyle alternatif enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Ülkelerin gelişimine paralel olarak artan enerji ihtiyacının karşılanması, çevreci bir üretim olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve enerji verimliliğinin artırılması ile mümkündür [1-4].

Son 50 yılda literatüre giren bu değişimler küresel ısınma olarak atfettirilmekte ve önlenmesi adına Kyoto protokolü gibi bizim aralarında bulunduğumuz bir çok önemli önlem ve anlaşma yapılmıştır. Bu anlaşma ve önlemlerin gerçekleşebilmesi adına ülkeler enerji kaynaklarında yenileme ve değiştirmeye gitmektedir. Tükettiğimiz her şeyde olduğu bi enerjide de doğal olanı bulma arayışı oluştu. Bu sebepten dolayı doğaya ve atmosfere zarar vermeyen doğal tabanlı ve buna bağlı yenilenebilir yapıda olan enerji kaynaklarına rağbet oldu. Güneş, rüzgar. su (hidroelektrik enerjisi), jeotermal, hidrojen, dalga ve gelgit enerjisi olarak belli türlerde bulunmaktadır [5,6]

Solar yani güneş enerjisi bu türler arasında ilk olarak araştırmanın yapıldığı ve en büyük doğal kaynak olarak kullanılan yenilenebilir enerjidir. Güneş enerjisi, güneşten dünyaya gelen ışınlarla enerji üretebilme verimliliğiyle gördüğümüz bir enerji çeşididir. Buna bağlı olarak güneş ışınlarının geldiği bölge ve buna uyguluğuyla güneş ışınlarını toplayan paneller yüksek enerji gereksinimindeki şehir ve bölgelere gerekli enerjinin gelmesindeki başlıca faktörler olarak bilinmektedir.Şuan ülkemizde tarım alanında elektrik üretmeğe yardımcı olduğu gibi Avrupa'da ve Çin'de şehirlere gerekli enerjiyi üretmek içinde kullanılmaktadır. Geleceğin en büyük enerji kaynaklarından biri olarak görülen bu enerji akıllı şehirlerinde temelini oluşturacağını düşünülen temel taşlardan biridir. Bununla birlikte modern kentleşmelerde ulaşıma elektriğe ve ısınmaya dahi entegre edilecek bir kaynak konumundadır. Ayrıca olası afet ve sonrası durumlar için acil durumda gereksinim duyulan enerji karşılamak adına uzak bölgeler için uzun zamandır düşünülen bir fiber optik kablo tarzında bir enerji iletim sistemi de güneş enerjinin düşünülen alanlarından biri olarak durmaktadır. Yanı sıra yakın gelecekte güneş enerjisinin başka yenilebilir kaynaklarla (su, hidrojen ve rüzgar gibi) entegrasyonunda daha kolay ulaşılabilir ve düşük maliyetlerle şehirlerin gereksinimleri giderilebilir.Bu sebeple güneş enerjisi yatırımları ülkemizde de günden güne artmaktadır [7,8].

Günümüzde Türkiye'de yenilenebilir enerji bakımından elde edilen enerji miktarı (ısı ve elektrik) toplam birincil enerji arzının %9,8'ini oluşturmaktadır. Türkiye'de güneş enerjisi potansiyelinin bölgesel dağılımına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ilk sırada geldiği görülür. Onu sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri takip eder. Güneş enerjisi bakımından en düşük potansiyele sahip olan bölge ise Karadeniz Bölgesi'dir [9]. Ülkede yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat, (günlük 7,2 saat) yıllık ortalama güneş radyasyon değeri 1311 kWh/m^2 (günlük 3,6 kWh/m^2) dir [10].

Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde günümüzde kullanılabilirliği açısından en fazla dikkat çeken enerji kaynağıdır. Dünya'da son yıllarda en hızlı gelişen enerji türü olan rüzgar enerjisi Türkiye'de de artma eğilimindedir. 2009 yılında yaşanılan global ekonomik krize rağmen, yeni rüzgar türbini yatırımları hem dünyada hem ülkemizde artmaya devam etti, ortalama artış ile % 42 civarındadır. 2010 yılı sonunda 1320 MW olan Türkiye rüzgar santralleri kurulu gücü 2011 yılında 1805 MW'a çıkmıştır. Her yıl yaklaşık 750-1000 MW artış göstererek, 2018 yılı sonunda 7369 MW'a kadar artmıştır [11,12].

Son yıllarda başarılı bir şekilde birçok kritere göre CBS tabanlı yer seçimi çalışmaları gerçekleştirilmiştir [13-20]. Bu çalışmada 2018 yılına ait 81 ilin güneş ve rüzgar enerjisi verileri kullanılarak, güneş enerjisi güneşleme süresi (sa), radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün), rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) değerleri istatistiksel K ortalamalar kümeleme yöntemi ile güneş ve rüzgar enerji potansiyel indeksi belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye'nin 81 iline ait güneş enerjisi güneşleme süresi (sa), radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün), rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) değerleri kullanılarak K ortalamalar kümeleme yöntemi kullanılacaktır.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü kurumundan güneş enerjisi güneşleme süresi (sa), radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün), rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) bilgileri temin edilmiştir [21]. Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı olan ArcGIS desktop 10.5 programı ile haritalar oluşturulmuştur.

K ortalamalar hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemidir. Özellikle sınıflandırılacak birim sayısı çok fazla olduğunda kullanışlıdır. Bu yöntemde sınıflama yapılacak küme sayısı önceden belirlenmektedir [22]. Bu yöntem Lloyd algoritması olarak bilinmektedir. Bu bir lokal arama algoritmasıdır ve n tane veri noktasını k tane kümeye şu şekilde sınıflandırır: k tane başlangıç küme merkezi belirlenir ve her veri noktası kendisine en yakın merkeze atanır. Daha sonra yeni merkezler kendilerine atanan noktaların ortalaması olarak yeniden hesaplanır. Veri noktalarını atama ve merkezleri tekrar belirleme süreci algoritma kararlı hale gelene kadar tekrarlanır [23].

K ortalamalar algoritması Rd de n tane noktadan oluşan bir X kümesini k tane kümeye sınıflandırır. Başlangıçta Rd de k tane küme merkezi belirlenir. Daha sonra her veri noktası, merkezi kendisine en yakın olan kümeye atanır. Bir merkezin yeni pozisyonu kendisine atanan noktaların ortalaması olarak hesaplanmıştır.

Algoritmanın adımları şu aşamalardan oluşmaktadır;

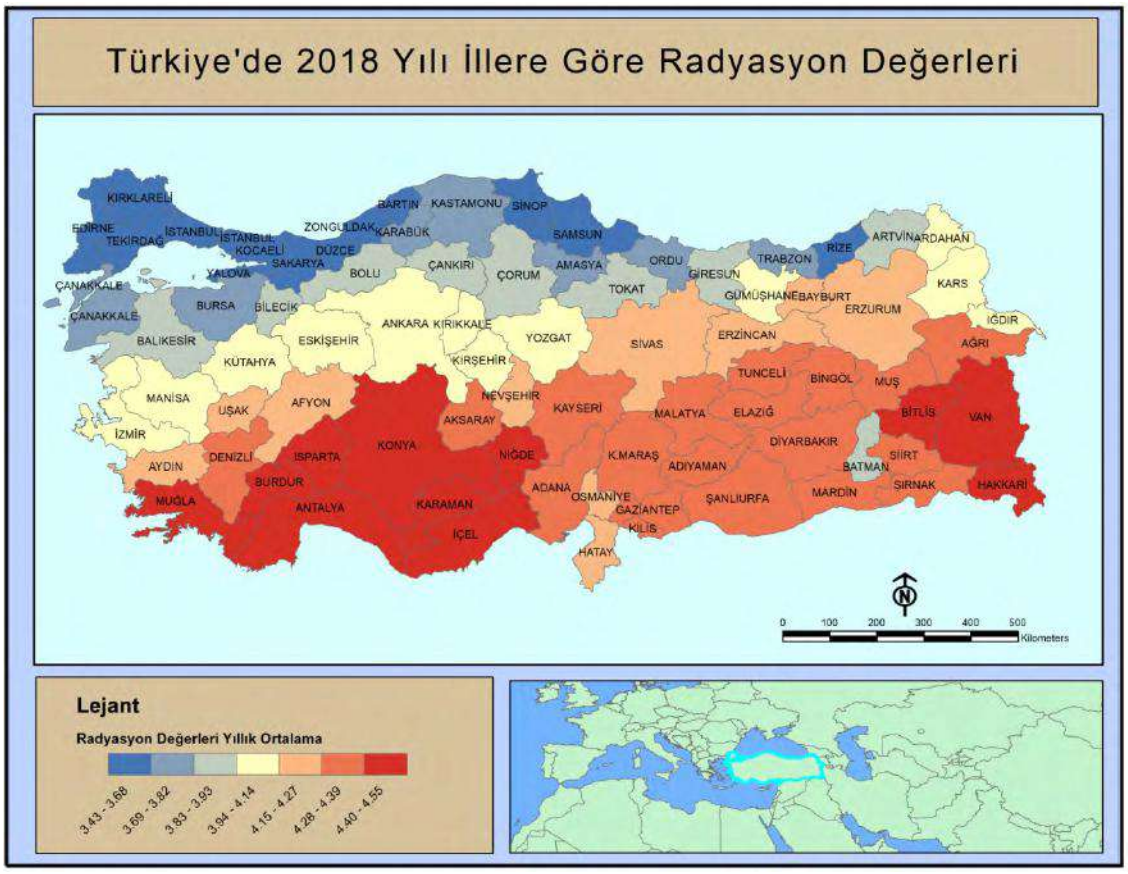
- K tane başlangıç merkezi c1, c2,....,ck keyfi olarak seçilmiştir.
- Her bir $1 \leq i \leq k$ için Ci kümesini Ci ye diğer merkezlerden daha yakın olan X deki noktaların kümesi olarak belirlenmiştir.
- Her bir $1 \leq i \leq k$ için Ci 'deki noktaların kütle merkezini (ortalamasını) $c_i = \frac{1}{|C_i|}\sum_{x \in C_i} x$ ile hesaplayarak yeni merkezleri belirlenmiştir.
- 4 Ci kümeleri ve Ci merkezleri değişmez duruma gelene kadar 2. ve 3. adımları tekrarla. Böylece X, C1, C2,... Ck kümelerine sınıflanmıştır.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

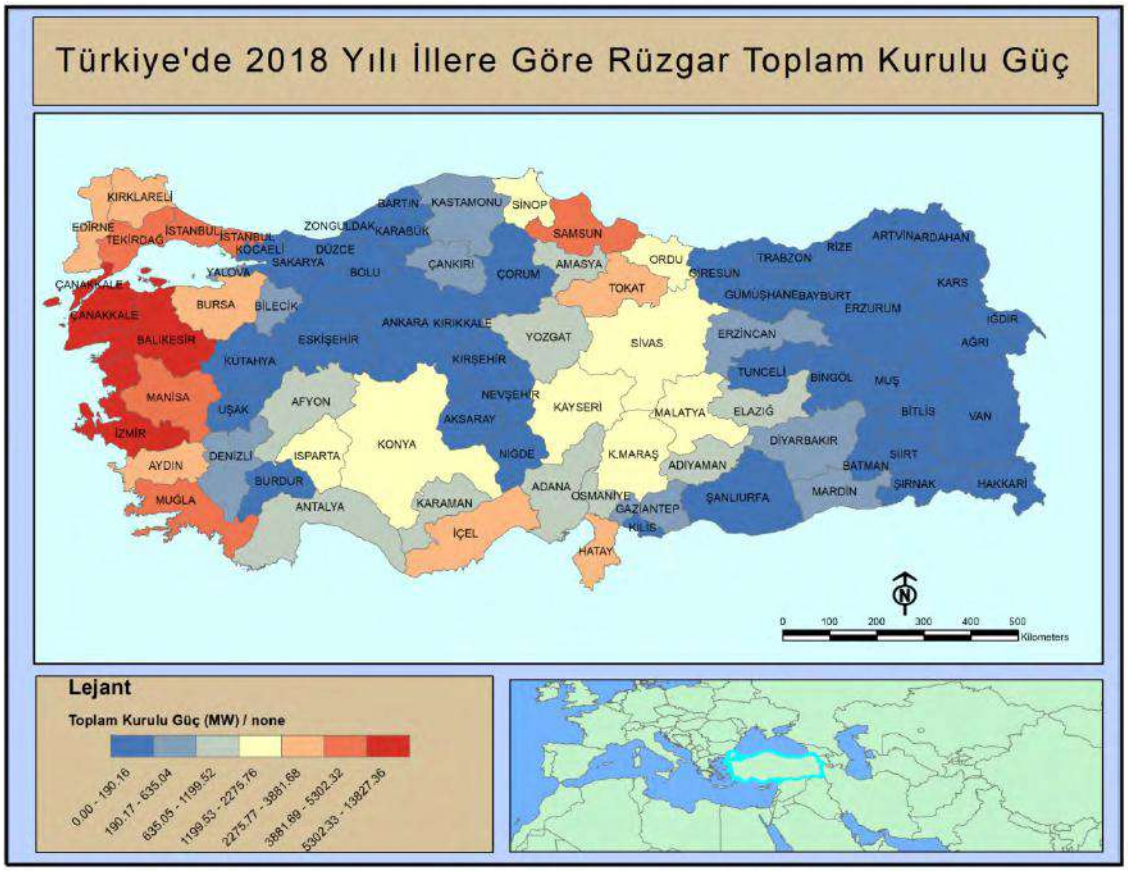
Türkiye'nin 81 iline ait güneş enerjisi güneşleme süresi (sa), radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün), rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) değerleri kullanılarak, coğrafi bilgi sistemleri yazılımı olan ArcGIS desktop 10.5 programı ile 7 lejantlı GES ve HES yatırım haritaları yapılmıştır.



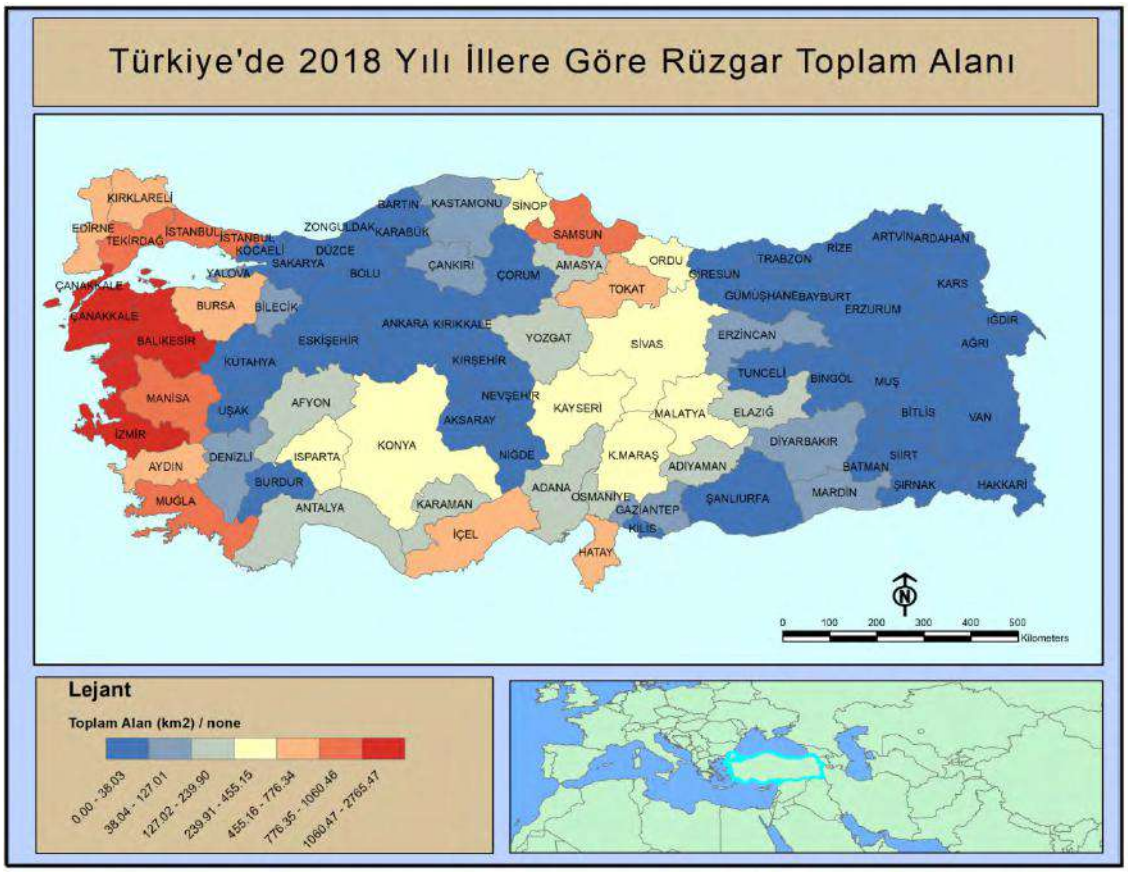
Şekil 1. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre güneşlenme süresi



Şekil 2. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre radyasyon değerleri



Şekil 3. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre rüzgar toplam kurulu güç



Şekil 4. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre rüzgar toplam alanı

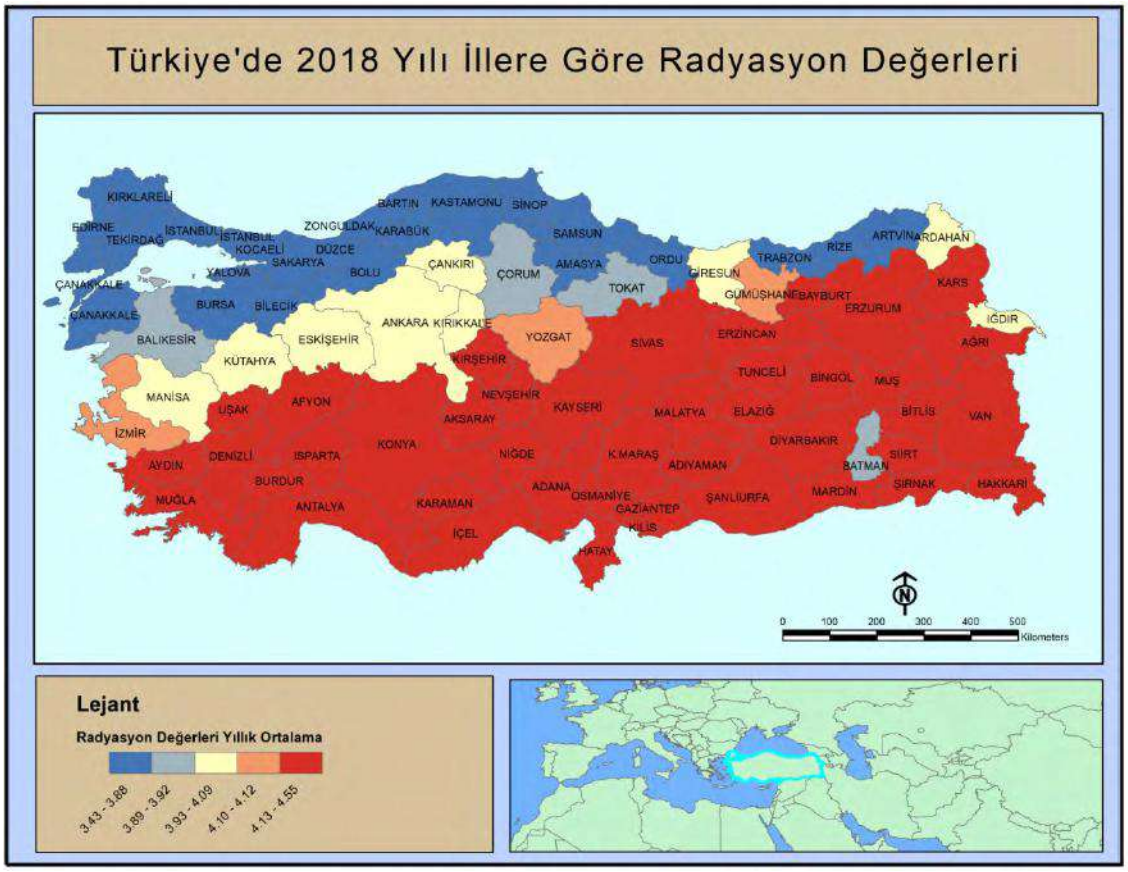
Türkiye'nin 81 iline ait güneş enerjisi güneşleme süresi (sa) ve radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün) değerleri kullanılarak K ortalamalar kümeleme yöntemi ile 5 küme değeri ve güneş potansiyel indeksi belirlenmiştir. Güneş enerjisi güneşleme süresi (sa) ve radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün) değerlerine göre belirlenen güneş potansiyel indeksi aralığı ve derecesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. K ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen güneş potansiyel indeksi

Bağımlı Değişken	Kod	Güneş Potansiyel İndeksi Aralığı	Güneş Potansiyeli
Güneşleme Süresi (h)		< 7,26	Çok Düşük
		7,27-7,28	Düşük
		7,29-7,51	Orta
		7,52-7,74	Yüksek
		> 7,75	Çok Yüksek
Radyasyon Değerleri		< 3,88	Çok Düşük
		3,89-3,92	Düşük
		3,93-4,09	Orta
		4,10-4,12	Yüksek
		>4,13	Çok Yüksek



Şekil 5. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre güneşlenme süresi



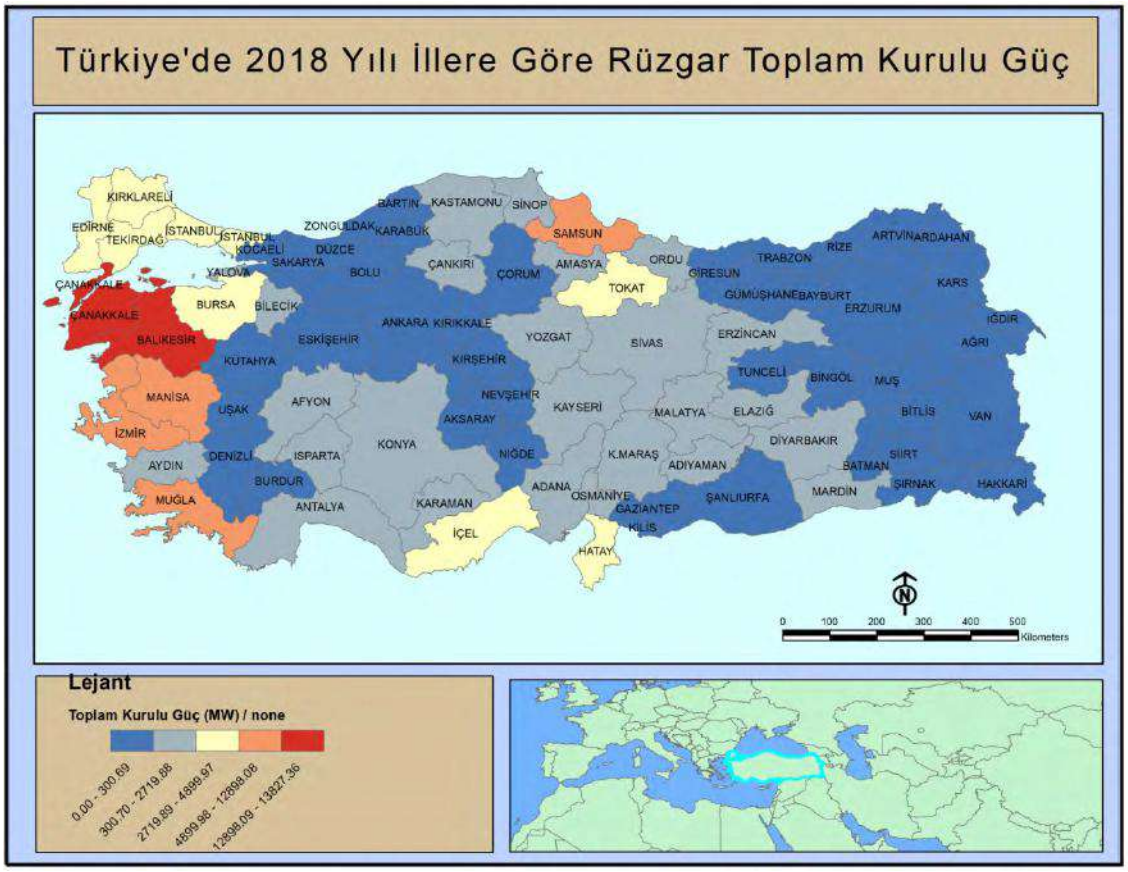
Şekil 6. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre radyasyon değerleri

Türkiye'nin 81 iline ait rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) değerleri kullanılarak K ortalamalar kümeleme yöntemi ile 5 küme değeri ve rüzgar potansiyel indeksi belirlenmiştir. Rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) değerlerine göre belirlenen güneş potansiyel indeksi aralığı ve derecesi Tablo 2'de verilmiştir.

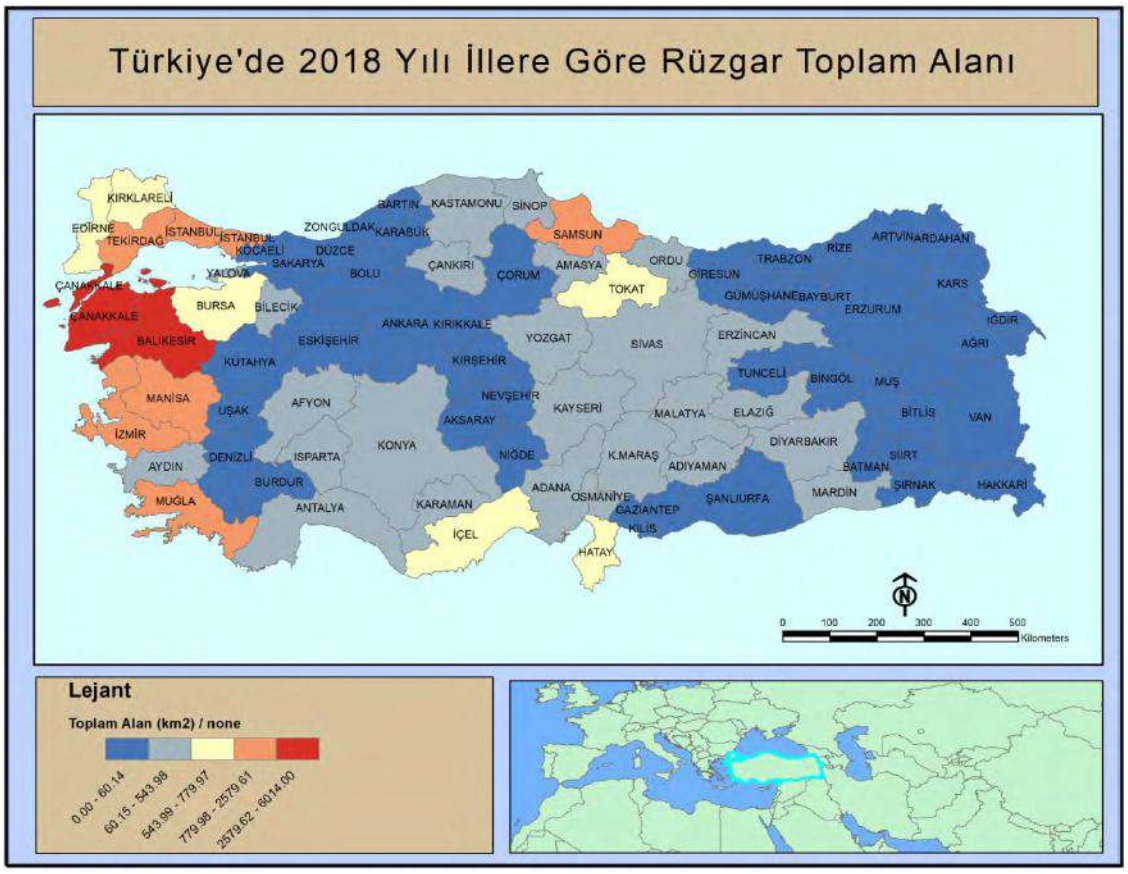
Tablo 2. K ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen rüzgar potansiyel indeksi

Bağımlı Değişken	Kod	Rüzgar Potansiyel İndeksi Aralığı	Rüzgar Potansiyeli
Kurulu Güç (MW)		< 300,69	Çok Düşük
		300,70-2719,88	Düşük
		2719,89-4899,97	Orta
		4899,98-12898,08	Yüksek
		> 12898,09	Çok Yüksek
Toplam Alan (m^2)		< 60,14	Çok Düşük
		60,15-543,98	Düşük
		543,99-979,97	Orta
		979,98-2579,61	Yüksek
		>2579,62	Çok Yüksek

Bu çalışmada elde edilen haritalarda toplam rüzgar kurulu güç ve toplam alanda en yüksek Çanakkale, Balıkesir, Manisa, Muğla ve Samsun ili olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre rüzgar toplam kurulu güç



Şekil 8. Türkiye'de 2018 yılı illerine göre rüzgar toplam alanı

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, güneş enerjisi güneşleme süresi (sa), radyasyon değerleri (kWh/m^2.gün), rüzgar enerjisi kurulu güç (MW) ve toplam alan (km^2) dayalı olarak K ortalamalar kümeleme yöntemi ile Türkiye'de tüm illerde GES ve HES yatırımı için enerji kapasitelerinin belirlenmesi, uygun panelin ve rüzgar türbininin seçimi, performans tahmini, verimliliğin artırılması ve maliyetlerin azaltılmasında yardımcı olacaktır. İstatistiksel analiz sonucunda elde edilen uygunluk GES ve HES uygunluk haritaları, enerji kapasitelerinin belirlenmesi, uygun panelin ve rüzgar türbininin seçimi, performans tahmini, verimliliğin artırılması ve maliyetlerin azaltılmasında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Čeřovský, Z., Mindl, P. (2008). Hybrid Electric Cars, Combustion Engine driven cars and their Impact on Environment, SPEEDAM 2008 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, pp. 739 – 743.

[2] Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S., Mishra, S., (2010). Renewable energy in India: Current status and future potentials, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, (8), October 2010, pp. 2434- 2442.

[3] Turner, G.M., (2008). A comparison of the limits to growth with 30 years of reality. Global Environmental Change, 18, 397-411.

[4] Özgöçmen, A., (2007). Güneş pilleri kullanarak elektrik üretimi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[5] Boyle, G. (2004). Renewable energy. Renewable Energy, by Edited by Godfrey Boyle, pp. 456. Oxford University Press, May 2004. ISBN-10: 0199261784. ISBN-13: 9780199261789, 456.

[6] Turner, J. A. (1999). A realizable renewable energy future. Science, 285(5428), 687-689.

[7] Şen, Z. (2004). Solar energy in progress and future research trends. Progress in energy and combustion science, 30(4), 367-416.

[8] Aslan, N., & Yamak, T. (2006). Türkiye'nin Enerji Sorununun Alternatif Enerji Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi ĐĐ BF Dergisi, 21(1).

[9]Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 33-54.

[10]Toklu, E., Güney, M.S., Işık, M., Çomaklı, K and Kaygusuz, K. (2010). Energy production, consumption, policies and recent developments in Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (14):1172-1186.

[11]TÜREB. (2019). Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği. Green Office Kızılırmak Mah. 1443. Cad. No: 22/16 Çukurambar/Ankara

[12] EPİAŞ. (2019). Elektrik Piyasası İşletme Anonim Şirketi, Ankara.

[13] Uyan, M. (2013). GIS-Based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 28, 11-17, 2013.

[14] Uyan, M., (2017). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4), 343-351.

[15] Erol, İ., Sencer, S., Ozmen, A., Searcy, C. (2014). Fuzzy MCDM framework for locating a nuclear power plant in Turkey. Energy Policy, 67, 186-19

[16] Wu. Y., Geng, S. (2014). Multi-criteria decision making on selection of solar-wind hybrid power station location: A case of China. Energy Conversion and Management, 81, 527-533.

[17] Gürbüz, M., Obut, Z. (2015). Göksun İlçesinde Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS Yöntemi İle Belirlenmesi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 705-714, 21- 23 Mayıs 2015, Gazi Üniversitesi, Ankara.

[18] Khan, D., Samadder, SR. (2015). A simplified multi-criteria evaluation model for landfill site ranking and selection based on AHP and GIS. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 23 (4), 267-278.

[19] Guo, S., Zhao, H. (2015). Optimal site selection of electric vehicle charging station by using fuzzy TOPSIS based on sustainability perspective. Applied Energy, 158, 390-402.

[20] Xu, JP., Song, XL., Wu, YM., Zeng, ZQ. (2015). GIS-modelling based coal-fired power plant site identification and selection. Applied Energy, 159, 520-539.

[21] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, (2018). Tüm İller Güneş ve Rüzgar Potansiyeli , Ankara.

[22] Hair, J.F.J., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson. R.E. (2010). Multivariate Data Analysis Seventh Edition Prentice Hall.

[23] Vattani, A. (2011). K-means requires exponentially many iterations even in the plane. Discrete & Computational Geometry, vol. 45(4), pp. 596-616.

4-EKSENLİ MAKİNLER İLE DOĞAL TAŞLARIN İŞLEMESİNDE KESME KUVVETİ VE ENERJİSİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CUTTING FORCE AND ENERGY IN THE PROCESSING OF NATURAL STONES WITH 4-AXIS MACHINES

Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

ÖZET

Doğal taş kesme işleminde kesme kuvveti ve kesme enerjisi etkili parametrelerdendir. Kesim koşullarının seçimini yönlendirmek için ampirik modeller gereklidir. Bu makalede, kesme kuvveti ve kesme enerjisi üzerindeki kesme koşullarının etkisi gözden geçirilecektir. Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır: (1) dört eksenli bir makine ve 6.0 mm çapında kesici uç kullanarak doğal taşların işlenmesinden ortaya çıkan kesme kuvvetlerinin deneysel ölçümü; (2) kesme kuvveti ve spesifik enerjisi değerlerinin hesaplanması; ve (3) parametrelerin istatistiksel analizinden oluşmaktadır. Kesme kuvveti ve kesme enerjisi üzerindeki kesme koşullarının etkileri, idealize talaş kalınlığının şekli ile ilgilidir. Bu makalede geliştirilen ampirik modeller, kesim enerjisinin varyasyonunu tahmin etmek için kullanılabilir. Dolayısıyla modeller, kesme koşullarının seçimini yönlendirmek için kullanılabilir. Talaş oluşturma ve kaldırma işlemi, sırasıyla takım kompozisyonunu ve kesim prosesi parametrelerini optimize etmekte kesici uç imalatçısı ve doğal taş işleme ustasına yardımcı olmak amacıyla ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Doğal taş, kesici uç, kesme kuvveti, kesme enerjisi

ABSTRACT

Cutting force and cutting energy are among the effective parameters in the natural stone cutting process. Empirical models are required to guide the choice of cutting conditions. In this article, the effect of cutting conditions on cutting force and cutting energy will be reviewed. This study consists of three parts: (1) experimental measurement of cutting forces resulting from the processing of natural stones using a four-axis machine and 6.0 mm diameter cutting insert; (2) calculating the values of cutting force and specific energy; and (3) statistical analysis of the parameters. The effects of cutting conditions on the cutting force and cutting energy are related to the shape of the ideal chip thickness. The empirical models developed in this article can be used to estimate the variation of cutting energy. The models can, therefore, be used to guide the selection of cutting conditions. Chip formation and removal processes were measured to help the cutting insert manufacturer and natural stone processing expert to optimize tool composition and cutting process parameters, respectively.

Keywords: Natural stone, cutting tool, cutting force, cutting energy

1. GİRİŞ

Araştırmacılar tarafından doğal taşların dairesel testereli makinelerde kesimi esnasında performanslarını etkileyen parametreler kesme kuvveti, teğetsel kesme kuvveti, testeredeki soketlerin modellenmesi, spesifik kesme enerji, spesifik enerji ve güç tüketimi belirlenmesi, talaş geometrilerinin tanımlanması, kesici uçların aşınmasını etkileyen işleme parametreleri ve elmas kesici uçlarla modelleme konularında çalışmalar yapılmıştır [1-17].

Bilgisayar kontrollü makineler ile doğal taşlardan 3-boyutlu ürünlerin işlenmesinde daha verimli bir üretim yapabilmek için optimum işleme parametrelerinin belirlenmesi

gerekmektedir [18-20]. Doğal taşların işlenmesinde kullanılan kesici uçların bilgisayar kontrollü (CNC) makinelerde işlenebilirliğini etkileyen işleme parametreleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda farklı geometriye sahip kesici uçlar (içten soğutmalı) kullanılarak, farklı devir ve ilerleme hızlarında kesme kuvvetleri, spesifik enerji ve elmas kesici uçların belirlenmiştir. CNC makinesinde kesici uçlar kullanılarak, doğal taşların işleme parametreleri (işleme türü, kesme derinliği ve ilerleme hızı) belirlenmiş, kesme kuvvetleri, spesifik kesme enerjisi ve spesifik enerji değerlerinin istatistiksel olarak analizi yapılmıştır [20-25].

Doğal taş işleme atölyelerinde CNC makinelerde karbür kaplı parmak freze uçların kullanımı ile üç boyutlu tasarımlı nihai ürünlerin işlemesi yapılmaktadır. Doğal taşların işlenebilirliğinin verimliliğini artırmak ve maliyetleri düşürmek için kesici uçların doğru seçimi ve performans tahmini yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, kesici uçların uygun seçimi ve performans tahmini, işlenebilirlik verimliliğinin artırılmasında ve maliyetlerin azaltılması için doğal taşların CNC makinesinde işlenmesinde oluşan kesme kuvveti ve enerjinin etkisi incelenmiştir.

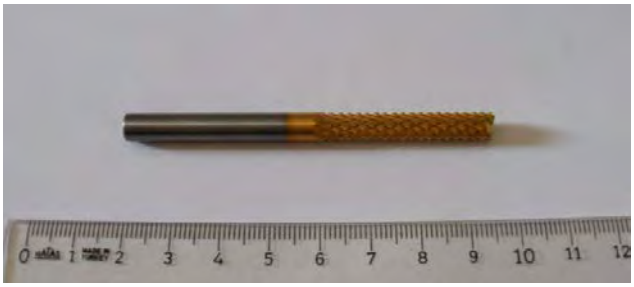
2. MATERYAL VE METOT

Bilgisayar kontrollü makinelerde işlenebilirlik deneyleri için kullanılması planlanan doğal taşlar Afyon ilindeki fabrikalardan temin edilmiştir. Deneylerde kullanılacak örneklerin ticari ismi, kodu, petrografik ismi, ana bileşeni, boyutu, sayısı ve yüzey işleme özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan doğal taşların teknik özellikleri

Ticari İsmi	Traverten	Mermer	Kiraçtaşı
Numune Kodu	T1-T5	M1-M7	K1-K5
Petrograf İsim	Sedimanter	Metamorfik	Sedimanter
Ana Bileşen	Kalsit		
Boyut (mm)	300 × 300 × 30		
Sayı	2		
Yüzey İşleme	Cilalı		

Bilgisayar kontrollü makineler ile işlenebilirlik deneylerinde 6 mm çapında kesici uçlar kullanılmıştır. Deneylerde kesici uçların takım ömrü dikkate alınarak, 2 adet kesici uç kullanılmıştır. Kesici ucun çapı 6 mm, sap çapı 6 mm, kesici uzunluğu 25 mm, uç uzunluğu 76 mm, kesici ağız sayısı 4, helis açısı 25°, Ağırlık 26,15 g, Co %12, WC % 88, sertlik 1680 (HV30 ISO 3878), yoğunluk 14.1 g/cm3, kırılma dayanımı 3800 N/m2, ve ortalama tane boyutu 0.5 µm olarak tespit edilmiştir. Deneylerde kullanılan kesici ucun görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kesici ucun görünümü

Bilgisayar kontrollü makine tezgâh, motor, güç ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Deneylerin yapıldığı Megatron Marka 4-Eksenli bilgisayar kontrollü (CNC) makinenin görünümü Şekil 2'de verilmiştir.



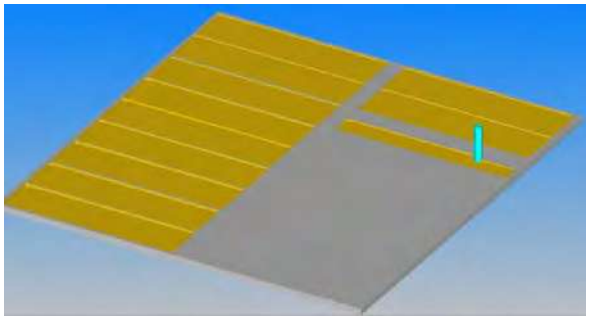
Şekil 2. Bilgisayar kontrollü (CNC) makine

Deneylerin yapıldığı bilgisayar kontrollü (CNC) makinenin teknik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bilgisayar kontrollü (CNC) makinenin teknik özellikleri

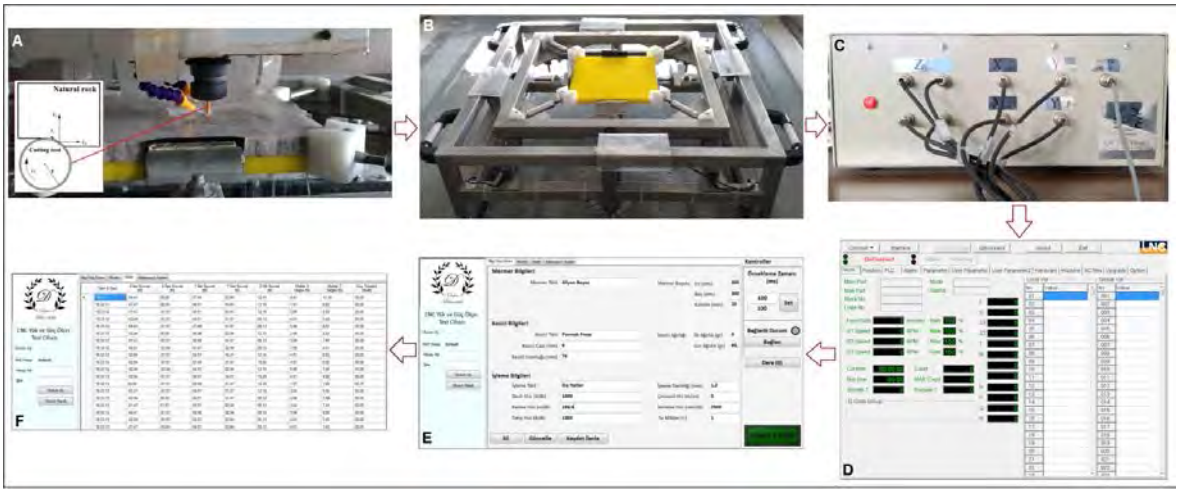
İşleme özellikleri	Birim	Değerler
Spindle motor	kW	9
Eksen sayısı	adet	4
Motorun devri	rpm	24000
İşlem devri	rpm	24000
X ilerleme hızı	mm/dk	80000
Voltaj	V	380
İşleme boyu	mm	4000-4500
İşleme eni	mm	2000-2500
İşleme yüksekliği	mm	500-600
Tezgâh yüksekliği	mm	700-750
Tezgâh boyu	mm	2500-3000
Soğutma suyu	l/dk	3
Otomatik takım	adet	8

Bilgisayar kontrollü (CNC) makinelerde farklı işleme parametrelerine göre doğal taşların deneyleri yapılmıştır. Deneyde işleme parametrelerinin belirlenmesinde Alphacam programı kullanılmıştır. Deneylerde kullanılacak örnekler 12×2.5 cm boyutlarında 18 adet dikdörtgen (3.0 x 3.0 = 9.0 mm) Alphacam programında modellenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Test örnekleri Alpha CAM çizim programı, modelleme ve simülasyonu

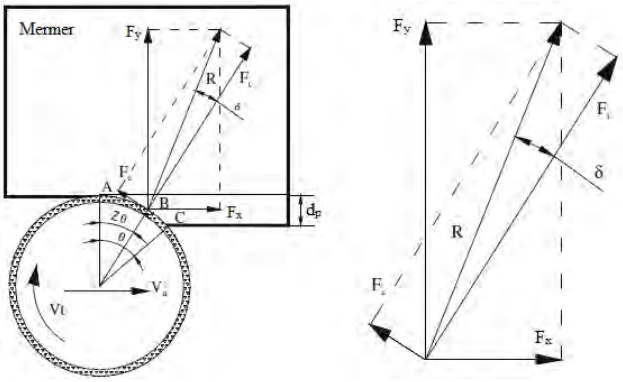
Deneylerde verilerin elde edilebilmesi için bilgisayar kontrollü (CNC) makinenin tezgahına sabitlenen güç ve yük ölçer test cihazı kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. İşlenebilirlik deneyinde kullanılan işler a) Kesici ucun kuvvetlerinin vektör gösterimi b) güç ve yük ölçer test cihazı c) kontrol ünitesi d) Defne Lab Soft test programı arayüzü e) Recon programı arayüzü f) Defne Lab Soft programındaki verilerin görüntülenmesi

Bu cihaz yük hücreleri, ölçüm ve kontrol ünitesi ve Defne Lab-Soft programından oluşmaktadır. Deney örnekleri cihazın üzerine bağlama aparatları ile sabitlenmiştir. Cihazda kuvvet ölçümü için 8 adet yük hücresi (4 tane Z ekseninde, 4 tanesi X ve Y ekseninde) kullanılmıştır. Defne Lab-Soft programının ara yüzünde örnek türü, boyutu ve tüm işleme parametreleri bulunmaktadır. Alphacam çizim programında alınan NC kodları Recon programı arayüzü ile CNC makinesine aktarılmıştır. Kesici uç pens takım tutucuya takılarak, CNC makinesinin motoruna sabitlenmiştir. Kesici uç kontrol ünitesindeki fonksiyon ve operasyon tuşları ile deney numunesinin yüzeyi üzerinde referans noktasına yönlendirilerek, sıfırlanma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kontrol ünitesinde fonksiyon ve operasyon tuşların yardımıyla NC kodu seçilip, başla tuşu ile deneyde ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Doğal taşlar soğutma işleminde 1 l/d debisi olan su ile farklı işleme parametrelerine bağlı olarak her bir ölçümden saniyede 100 veri alınacak şekilde 120×25 mm boyutunda dikdörtgenlerin her biri 40 sn sürede işlenmiştir.

Deneylerde doğal taş örnekleri için kullanılan sabit parametreler kesici uç 6.0 mm çapı, devir hızı 10000 d/dk, dalış hızı 1000d/dk ve kesme genişliği 3.0 mm, değişken parametreler kesme derinliği1.20, 1.60 ve 2.00 mm, ilerleme hızı 2000, 2500 ve 3000 mm/dk olarak alınmıştır. Deneysel olarak doğal taşların işlenmesi sırasında oluşan kuvvetlerin(F_x, F_y, F_c ve F_t), kesme hızının (V_t) ve ilerleme hızı (V_a) vektörel olarak gösterimi Şekil 5'de açıklanmıştır.



Şekil 5. Kesme kuvvetlerinin vektörel görünümü

İşleme parametrelerine göre Fx kesme kuvvetinin hesaplanması eşitlik 1'de verilmiştir.

F_x kesme kuvveti eşitlik 1 ;

$$F_x = |F_{x1}| + |F_{x2}| \quad (1)$$

Fx=Kesme kuvveti (N)

F_{x1}= Mutlak ileri kesme kuvveti(N)

F_{x2}= Mutlak geri kesme kuvveti(N)

F_y kesme kuvveti eşitlik 2;

$$F_y = |F_{y1}| + |F_{y2}| \quad (2)$$

F_y=Kesme kuvveti (N)

F_{y1}= Mutlak ileri kesme kuvveti (N)

F_{y2}= Mutlak geri kesme kuvveti (N)

R bileşke kuvveti, F_x ve F_y kesme kuvvetleri hesaplanması eşitlik 3;

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (3)$$

R= Bileşke Kuvveti (N)

F_x= Kesme Kuvveti (N)

F_y= Kesme kuvveti (N)

R ve F_x arasındaki β açısı eşitlik 4;

$$\beta = tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) \quad (4)$$

Kesici uç (d) ile mermer arasındaki θ temas açısı eşitlik 5;

$$\theta = cos^{-1}\left(1 - \frac{2dp}{d}\right) \quad (5)$$

Teğetsel kuvveti F_c ve radyal kuvveti F_t bileşenleri ile elde edilen R değeri ile hesaplanması eşitlik 6 ve eşitlik 7;

$$F_c = Rsin\delta \quad (6)$$

$$F_t = Rcos\delta \quad (7)$$

F_t ve F_c arasındaki δ açısı eşitlik 8;

$$\delta = \beta - Z\theta \quad (8)$$

Z parametresi, kesici uçla örnek arasındaki temas AC yayı üzerindeki R bileşke kuvvetinin uygulama noktasının konumuna bağlıdır.

Z parametresi eşitlik 9;

$$Z = \frac{AB}{AC} \quad (9)$$

Eşdeğer talaş kalınlığı hesaplaması eşitlik 10;

$$h_{eg} = \frac{d_p \times V_a}{V_t} \quad (10)$$

Bu eşitlik sırasıyla kesme derinliği d_p, ilerleme ve kesme hızı V_a ve V_t ile hesaplanır.

İşleme parametrelerine bağlı olarak kesme hızının hesaplanması eşitlik 11'de gösterilmiştir.

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad (11)$$

V_c = Kesme hızı (m/dk)

n = Devir hızı (d/dk)

D = Kesici çapı (mm)

Teğetsel kuvvete ve kesme hızına bağlı olarak spesifik kesme enerjisi eşitlik 12'de gösterilmiştir.

$$S_k = \frac{F_c \times V_t}{V_a \times dp \times b} \quad (12)$$

F_c = Teğetsel kesme kuvveti (N)

V_t = Kesme hızı (m/dk)

V_a = İlerleme hızı (mm/dk)

d_p = Kesme derinliği (mm)

b = Kesme genişliği (mm)

Materyal kaldırma oranında (MMR) en önemli süreç parametreleri hesaba katılmış ve bu eşitlik 13 'de formülle gösterilmiştir.

$$MMR = V_a \cdot d_p \cdot b \quad (13)$$

Eşitlik 10'u eşitlik (13) ile değiştirerek;

$$MRR = h_{eg} \cdot V_t \cdot b \quad (14)$$

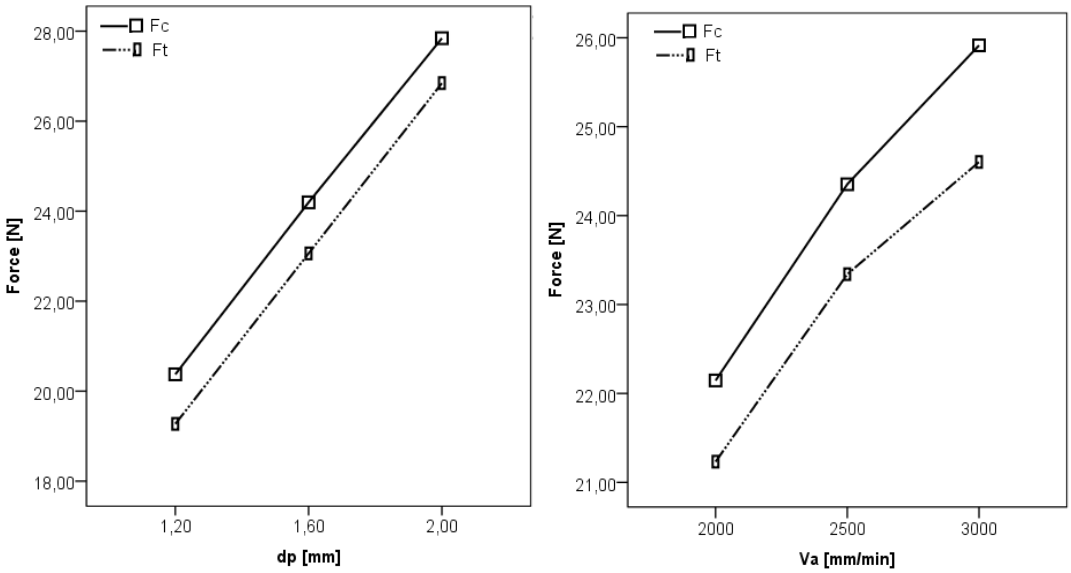
ve dolayısıyla;

$$h_{eg} = \frac{MMR}{V_t \,.\, b} \quad (15)$$

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

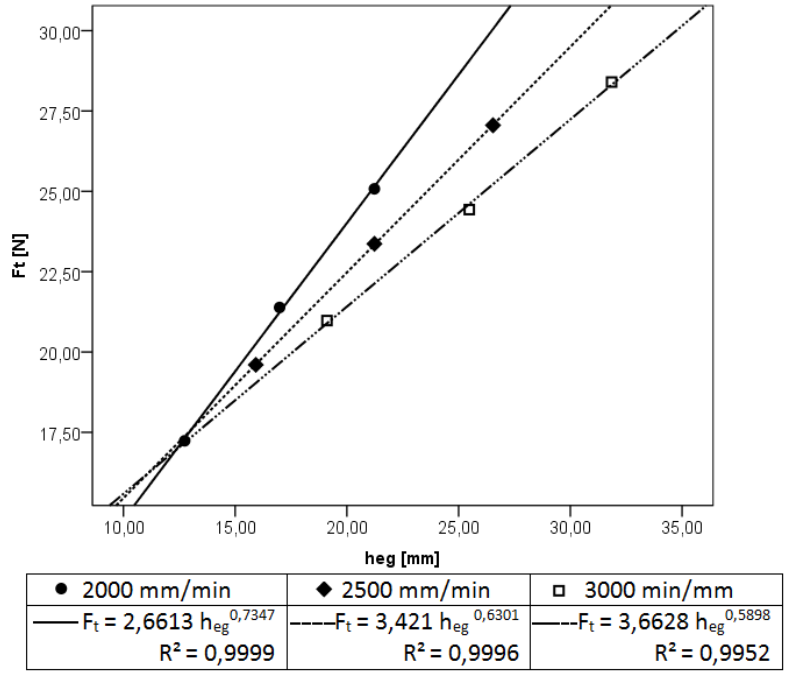
Deneylerde 17 adet doğal taş işleme parametreleri ile kesme kuvvetleri, spesifik kesme enerjisi ve spesifik enerji arasındaki ilişki istatistiksel (ANOVA) analiz edilmiştir. Deneylerde örnekler için işleme süresine göre kesme kuvveti ve güç tüketimi (W) ölçümlerinden 4000, toplamda 1.224.000 elde edilmiştir.

Doğal taş örneklerinde kesme kuvvetleri ve enerjisi bakımından $p<0.001$ anlamlılık düzeyinde işleme parametreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Buna göre doğal taşların işlenebilirliğinde işleme parametreleri etkili olduğu görülmüştür. Kesme derinliği ve ilerleme hızına göre F_t ve F_c'nin ana etki grafiği Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Kesme derinliği ve ilerleme hızına göre F_t ve F_c'nin ana etki grafiği

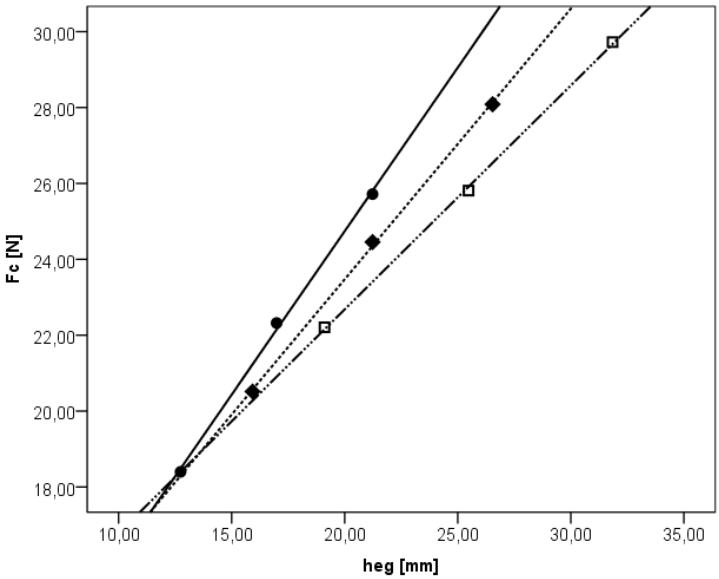
ANOVA analizi hem ilerleme hızının hem de kesim derinliğinin kuvvet bileşenlerini Fc ve Ft anlamlı ölçüde etkilediğini vurgulamıştır. Hem kesme derinliği hem de ilerleme hızındaki bir artış, kuvvet bileşenlerinin ikisinde de bir artışa neden olmaktadır. Kesme kuvveti (F_t), talaş kalınlığı (h_{eg}) ve ilerleme hızının (V_a) model ve deneysel verilerin karşılaştırılması Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Kesme kuvveti (F_t), talaş kalınlığı (h_{eg}) ve ilerleme hızının (V_a) model ve deneysel verilerin karşılaştırılması

Tüm regresyonlar, tortuların normallik ve homojenliği hipotezini tatmin etmektedir. Eşdeğer yonga kalınlığının artmasına ve besleme hızına karşı radyal kesme kuvveti Ft Şekil 7'de

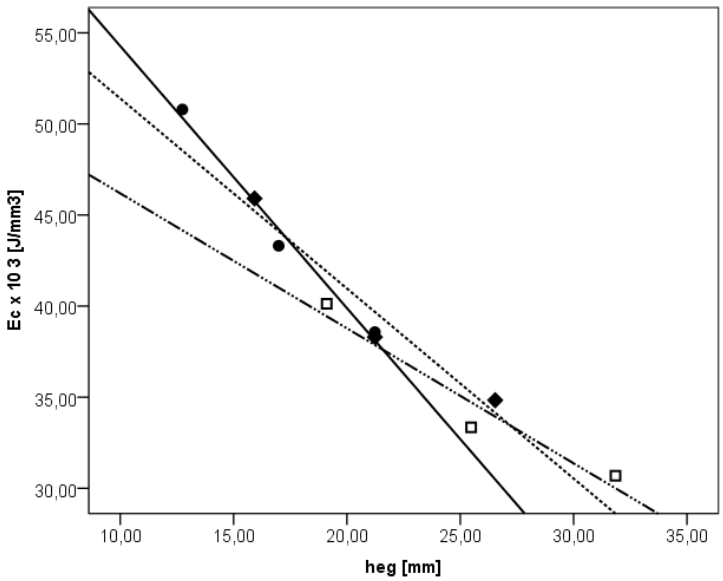
bildirilmektedir. 2000 mm/dk'da maksimum 25 N'a 3000 mm/dk'da 28 N'a kadarlık bir ilerleme hızı artışı ile birlikte artmaktadır.



● 2000 mm/min	◆ 2500 mm/min	□ 3000 min/mm
——$F_c = 3{,}4654heg^{0{,}6566}$ $R^2 = 0{,}9998$	----$F_c = 3{,}953heg^{0{,}5955}$ $R^2 = 0{,}9997$	---$F_c = 4{,}1412heg^{0{,}5679}$ $R^2 = 0{,}997$

Şekil 8. Kesme kuvveti (F_c), talaş kalınlığı (h_{eg}) ve ilerleme hızının (V_a) model ve deneysel verilerin karşılaştırılması

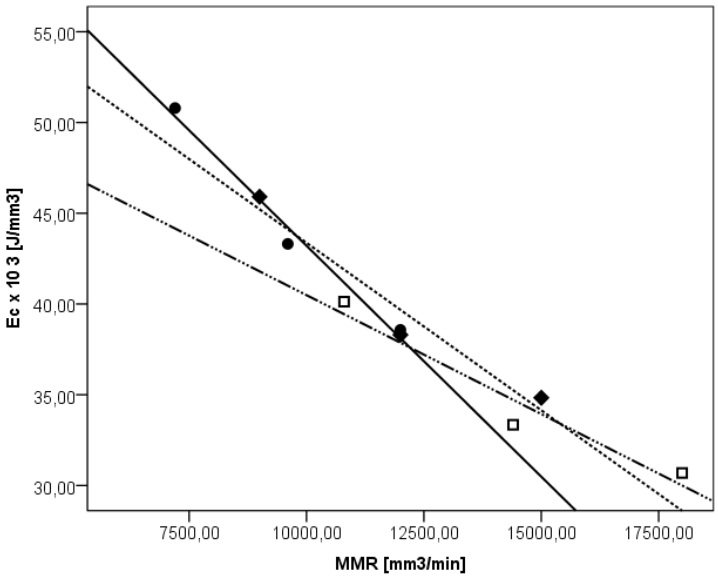
Eşdeğer talaş kalınlığı ve ilerleme hızı artışına karşı teğetsel kuvvet F_c Şek. 8'de gösterilmiştir. 2500 mm/dk'da maksimum 26 N'a 3000 mm/dk'da 29 N'a kadarlık bir eşdeğer talaş kalınlığı artışı ile birlikte artmaktadır. Teğetsel kesme kuvvetinin F_c değerleri, radyal kesme kuvveti F_t değerlerinden anlamlı oranda daha küçüktür.



● 2000 mm/min	◆ 2500 mm/min	□ 3000 min/mm
——$E_c = 200{,}03heg^{-0{,}539}$ $R^2 = 0{,}9997$	----$E_c = 205{,}74heg^{-0{,}545}$ $R^2 = 0{,}9889$	---$E_c = 190{,}11heg^{-0{,}531}$ $R^2 = 0{,}9796$

Şekil 9. Kesme Enerjisi (E_c), talaş kalınlığı (h_{eg}) ve ilerleme hızının (V_a) model ve deneysel verilerin karşılaştırılması

Eşdeğer talaş kalınlığı heq ve ilerleme hızı artışına karşı özgül kesme enerjisi E_c Şek. 9'da verilmiştir. 2000 mm/dk'da maksimum 50 kJ'a 3000 mm/dk'dan 30 kJ'a kadar eşdeğer talaş kalınlığının artışı ile birlikte azalır.



● 2000 mm/min	◆ 2500 mm/min	□ 3000 min/mm
$E_c = 6086{,}3\ MMR^{-0{,}539}$	$E_c = 6507{,}2\ MMR^{-0{,}545}$	$E_c = 5486{,}3\ MMR^{-0{,}531}$
$R^2 = 0{,}9997$	$R^2 = 0{,}9889$	$R^2 = 0{,}9796$

Şekil 10. Kesme Enerjisi (E_c), talaş kalınlığı (h_{eg}) ve ilerleme hızının (V_a) model ve deneysel verilerin karşılaştırılması

Son olarak, spesifik kesme enerjisi E_c ile MMR arasındaki ilişki, en iyi şekilde eşitlik (15) ile açıklanabilir görünüyor. Şekil 10'da gösterildiği gibi, ilerleme hızının kabul edilmiş üç değeri için MMR'daki bir artış, E_c özgül kesme enerjisinde bir azalmayı içermektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kesici uç ile doğal taş işlemede kesme kuvveti, enerjisi ve işleme parametreleri arasında bir bağlantı kurmak için bir kinematik bir yaklaşım ortaya koymaktadır. ANOVA, kesme kuvvetinin, hem kesme derinliği ve hem de ilerleme hızına güçlü biçimde bağlı olduğunu göstermiştir. Bu iki parametrenin etkisi, eşdeğer talaş kalınlığı veya materyal kaldırma oranı (MMR) yoluyla sentetik olarak incelenmiştir. Kesme kuvveti (ya da özgül kesme enerjisi) ve eşdeğer talaş kalınlığı (ya da MMR) arasındaki bağlantı, 2000, 2500 ve 3000 mm/dk olmak üzere üç farklı ilerleme hızı için kuvvet fonksiyonu ile modellenmiştir. Elde edilen modeller, etkin, basit ve geneldir. Bu parametreler kesici uç ile doğal taş işlenme optimizasyonu için ilk adımı temsil etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Zafer Kalkınma Ajansı Sosyal Kalkınma Mali Destek Programları (proje numarası TR33/12/SKMDP/0104) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] I. Karakurt, G. Aydin, and K. Aydiner. "Experimental and statistical analysis of cutting force acting on diamond sawblade in sawing of granitic rocks," Proceedings of the Institution

of Mechanical Engineers. Part B: Journal of Engineering Manufacture, vol. 227(2), pp. 286-300, 2013.

[2] E. Yilmazkaya, and Y. Ozcelik. "The effects of operational parameters on a mono-wire cutting system: efficiency in marble processing," Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 49(2), pp. 523-539, 2016.

[3] S.N. Almasi, R. Bagherpour, R. Mikaeil and Y. Ozcelik. "Developing a new rock classification based on the abrasiveness, hardness, and toughness of rocks and PA for the prediction of hard dimension stone sawability in quarrying," Geosystem Engineering, pp. 1-16. 2017.

[4] M. Yurdakul and H. Akdas. "Prediction of specific cutting energy for large diameter circular saws during natural stone cutting," International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol. 53, pp. 38-44, 2012.

[5] S. Turchetta and W. Polini. "Cutting force in stone lapping," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 57 (5-8), pp. 533-539, 2011.

[6] G. Gelfusa and S. Turchetta. "Cutting force and tool wear of single diamond-coated bead," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 72 (5-8), pp. 1063-1072, 2014.

[7] H. Akdas and M. Yurdakul. "Analysis of the industrial cutting process of natural building stones: evaluation of electric power consumption," Journal of Testing and Evaluation, vol. 42(4), pp. 931-941, 2014.

[8] M. Yurdakul, K .Gopalakrishnan and H. Akdas. "Prediction of specific cutting energy in natural stone cutting processes using the neuro-fuzzy methodology," International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol. 67, pp. 127-135, 2014.

[9] G. Aydin, I. Karakurt and K. Aydiner. "Development of predictive models for the specific energy of circular diamond sawblades in the sawing of granitic rocks," Rock Mechanics and Rock Engineering, vol.46, pp. 767–783, 2013.

[10] S. Turchetta, L. Sorrentino and C. Bellini. "A method to optimize the diamond wire cutting process," Diamond and Related Materials, vol.71, pp. 90-97, 2017.

[11] G. Gelfusa and S. Turchetta. "Cutting force and tool wear of single diamond-coated bead," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol.72 (5-8), pp. 1063-1072, 2014.

[12] S. Turchetta, W. Polini, G. Gelfusa and E. Venafro. "A new sawing machine by diamond wire," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology vol. 70(1-4), pp. 73-78, 2014.

[13] Q. Sun, J. Zhang, Z. Wang, H. Zhang and J. Fang. "Segment wear characteristics of diamond frame saw when cutting different granite types," Diamond and Related Materials, vol..68, pp. 143-151, 2016.

[14] H.K. Tönshoff, H. Hillmann-Apmann and J. Asche. "Diamond tools in stone and civil engineering industry: cutting principles, wear and applications," Diamond and Related Materials, vol.11(3), pp. 736-741, 2002.

[15] B. Bulut, O. Tazegul, M. Baydogan and E.S. Kayali. "The comparison of the sintering methods for diamond cutting tools," Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol. 76(1), pp. 30-35, 2016.

[16] J. Konstanty. "Theoretical analysis of stone sawing with diamonds," Journal of materials processing technology, vol.123(1), pp. 146-154, 2002.

[17] Polini W. and S. Turchetta. 2004. Force and specific energy in stone cutting by diamond mill. International Journal of Machine Tools and Manufacture 44(11):1189-1196.

[18] M. Cevindik. "Üç eksenli CNC ile mermer işlemede elektrik enerji tüketimine etki eden parametreler," Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, 2009.

[19] G., Sarıışık and E. Oyman, "Mermer atıklarının değerlendirilmesinde bilgisayar kontrollü doğal taş işleme makinaları (CNC) kullanımı ile yeni ürün geliştirme, mermer artıklarının değerlendirilmesi ve çevresel etkilerinin azaltılması," I. Mermer Artıklarının Değerlendirilmesi ve Çevresel Etkilerinin Azaltılması Sempozyumu, 16-17 Ekim, Diyarbakır, pp. 305-314, 2009.

[20] G., Sarıışık and E. Özkan, "Bilgisayar kontrollü makineler (CNC) ile doğal taş artıklarının islenmesi ve modellenmesi," 7. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 3-4 Mart, İstanbul, pp. 367-375, 2015.

[21] S. Turchetta. "Cutting force and diamond tool wear in stone machining," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 61(5-8), pp. 441–448, 2012.

[22] G. Sarıışık and E. Özkan, "Mermerlerin CNC Makinesi ile İşlenmesinde Kesme Kuvvetleri ve Spesifik Kesme Enerjisinin İstatistiksel Analizi," Journal of Science and Engineering, vol. 19(55), 2017.

[23] G. Sarıışık and E. Özkan. "Bilgisayar Kontrollü Makine (CNC) ile Mermerlerin İşlenebilirliğinde Kesme Kuvveti ve Spesifik Enerjinin Belirlenmesi," Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi vol. 16, pp. 420 ‑430, 2016.

[24] G. Sarıışık and E. Özkan. "Effects of natural rock properties on cutting forces, specific energy and specific cutting energy by four-axis machine," Arabian Journal of Geosciences vol.11(5), pp. 84, 2018.

[25] G. Sariisik. Force and Specific Energy in Natural Rocks Cutting by Four-Axis Machine. In Earth Crust. IntechOpen, pp. 1-20, 2019.

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA SERUM TAU PROTEİNİ VE HEM OKSİJENAZ-1 ENZİM DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Adnan KİRMİT[1], Mahmut DEMİR [2]

[1] Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı
[2] Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı

ÖZET

Tau protein dejeneratif beyin hastalıklarında düzeyi yükselmekte olan bir protein ve hem oksijenaz-1 oksidatif stres artışında kompansatuavar olarak artmakta olan bir enzimdir. Bu çalışmadaki amaç, tau protein ve hem oksijenaz-1 enziminin serebral palsi etiyopatogenezinde rolü olup olup olmadığını araştırmaktır.

Çalışmaya 44 hasta ve 40 kontrol olmak üzere 84 çocuk katılımcı dahil edildi. Serum TAU ve HO-1 düzeyleri ticari kitlerle (Elabscience Biotechnology Co.) Sandwich-ELISA yöntemiyle çalışıldı.

Serum TAU protein düzeyleri SP (Serebral Palsi) grubunda (14,82±6,74 pg/mL), kontrol grubuna (8,69±4,17 pg/mL) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede (p=0,001) saptandı. Serum HO-1 enzim düzeyleri SP grubunda (74,94±68,38 ng/mL), kontrol grubuna (15,37±6,85 ng/mL) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede (p=0,001) bulundu. **Sonuç:** Bu çalışma SP'li hastalarda serum TAU ve HO-1 düzeylerinin artmış olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulguların SP etiyopatogenezinin aydınlatılmasına ve yeni tedavi arayışlarının bu noktaya yoğunlaşmasına katkı sağlayacağını umuyoruz. Bununla birlikte bu bulguların daha kapsamlı çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Serebral Palsi, Tau, Hem oksijenaz-1

EVALUATİON OF TAU PROTEİN AND HEME OXYGENASE-1 LEVELS İN CHİLDREN WİTH CEREBRAL PALSY

ABSTRACT

Tau protein is an elevated protein in degenerative brain diseases and HO-1 (heme oxygenase-1) an enzyme that increases as an compensator in the increase of oxidative stress. The aim of this study was to investigate whether tau protein and heme oxygenase-1 enzyme have a role in the etiopathogenesis of cerebral palsy. The study included 84

children, 44 patients and 40 controls. Serum TAU and HO-1 levels were studied by Sandwich-ELISA method with commercial kits (Elabscience Biotechnology Co.).
Serum tau protein levels were significantly higher in the CP (Cerebral Palsy) group (14.82 ± 6.74 pg / mL) compared to the control group (8.69 ± 4.17 pg / mL) (p = 0.001). Serum HO-1 enzyme levels were found to be statistically significant (p = 0.001) in CP group (74.94 ± 68.38 ng / mL) compared to control group (15.37 ± 6.85 ng / mL). **Conclusion:** This study showed that serum TAU and HO-1 levels were increased in patients with CP. We hope that these findings will contribute to elucidating the etiopathogenesis of CP and to focus on the search for new treatment. However, these findings need to be supported by more comprehensive studies.
Keywords: Cerebral Palsy, Tau, Hem oxygenase-1

GİRİŞ

Serebral palsi (SP) gelişmekte olan beyinde prenatal, natal ve postnatal dönemde zedelenme sonucu gelişen, ilerleyici olmayan ancak yaş ile birlikte değişebilen, hareketi kısıtlayan kalıcı motor işlev kaybı, duruş (postür) ve hareket bozukluğunun görüldüğü nörogelişimsel yetersizlik olarak tanımlanmaktadır (1). SP çocukluk çağında en sık görülen nörolojik engellilik nedenidir. Avrupa ülkelerini kapsayan çok merkezli bir çalışmada SP sıklığının %0.13-0.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir (2).

Tau proteini hem santral sinir sisteminde hem de periferik sinir sisteminde bol miktarda bulunan tau proteininin akson içi hızlı transportta önemli fonksiyonları mevcuttur. Akson iskeletinin nörofilamentlerden sonra en önemli yapı taşı olan mikrotübüllerin stabilizasyonundan da sorumludur. Beyin omirilik sıvısı (BOS)'ta tau proteini düzeyinin yüksek saptanması Alzheimer hastalığı ile özdeşleştirilse de nöron hasarının meydana geldiği akut strok, kafa travması ve Creutzfeldt-Jacop hastalığı gibi durumlarda da BOS'ta tau proteini düzeyi yükselir (3). Tau proteini, esas olarak nöronların aksonlarına dağılan, mikrotubule bağlı yapısal bir protein olup, santral nöronlar zarar gördüğünde beyin omurilik sıvısına veya kana salınır ve bu nedenle beyin hasarının ciddiyetini yansıtan bir biyobelirteç olabilir (4).

Hem oksijenaz-1 (HO-1), organizmada oksidatif stres arttığında, aktivitesi artan bir enzimdir. HO-1'in, hücreleri ve organları korumak için dolaylı olarak bir antioksidan olarak etki ettiği bildirilmiştir (5, 6). Nöronal kültürleri kullanan in vitro çalışmalar, HO-1'in oksidatif hasara karşı nöronları koruduğunu göstermiştir (7).

Literatür bakıldığında özellikle SP'li hastalarda TAU proteini ve HO-1 ile ilgili herhangi bir çalışma olmadığını gördük. Çalışmamızda SP'li hastalarda serumda TAU proteini ve HO-1 düzeylerini değerlendirerek SP ile ilişkisini saptamayı amaçladık.

MATERYAL VE METOD

Çalışma Popülasyonu:

Çalışmaya 1 Aralık 2018 ile 1 Mayıs 2019 tarihleri arasında Hastanemiz Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Polikliniğine başvuran ve SP tanısıyla takip ve tedavileri yapılan 0-18 yaş arasında 44 çocuk hasta ile tamamen sağlıklı, herhangi bir hastalığı olmayan gönüllü 40 çocuk çalışmaya alındı. Çalışmaya alınan çocukların ailesine çalışma hakkında bilgi verildikten sonra gönüllü onay formu imzalatıldı. Çalışmaya alınan çocukların ayrıntılı hikayesi alındı, detaylı fizik muayene ve laboratuar incelemeleri yapıldı.

Kan Örnekleri

Çalışmaya başlamadan önce tüm hasta ve kontrol grubundaki çocuklardan sabah açken ve 15 dakika dinlendirildikten sonra, oturur pozisyonda antekübital venden kan numuneleri alındı. Alınan numuneler 3500 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra serumları ayrıştırılıp çalışmanın yapılacağı güne kadar –80 C^0'de saklandı.

TAU ve HO-1 Ölçümü:

Çalışma günü numuneler dondurucudan çıkarılıp oda ısısında çözünmeye bırakıldı. Çözünen numuneler vortex ile karıştırılarak homojenize hale getirildi. TAU (Elabscience Biotechnology Co. Human Tau Protein, Catalog No: E-EL-H0948, CV<10%) ve HO-1 (Elabscience Biotechnology Co. Human HO-1, Catalog No: E-EL-H2172, CV<10%) düzeyleri ticari kitlerle Sandwich-ELISA yöntemiyle çalışıldı. Çalışma prosedürü üretici firmanın tarif ettiği şekilde icra edilip numunelerin optik dansite ölçümü Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer cihazında 450 nm'de yapıldı. Sonuçlar TAU ve HO-1 için sırasıyla pg/mL ve ng/mL olarak ifade edildi.

İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov,

Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Ölçümü yapılan parametreler normal dağılım gösterdiğinden iki grup ortalamasının karşılaştırmasında Student t testi kullanıldı. Nitel verilerin karşılaştırılmasında ise Pearson Ki-Kare testi kullanıldı. P <0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya alınan SP hastaların %43,2'si (n=19) kız, %56,8'i (n=25) erkek toplam 44 hasta, kontrol grubunun %35 (n=14) kız, %65 (n=26) erkek olarak saptandı. Çalışmadaki SP hastaların yaşları 12 ile 169 ay arasında değişmekte olup, ortalama 75.50±49.59 ay olarak saptandı. Yaş ve cinsiyet dağılımları açısından hasta ve kontrol grubunda fark yoktu (p>0,05).

Hasta grubunun tartı, tartı z skoru, boy, boy z skoru ve Vücut Kitle İndeksi (BMI) değerleri kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük saptandı (p=0.001) (Tablo-1). Serum TAU protein düzeyleri SP grubunda (14,82±6,74 pg/mL), kontrol grubuna (8,69±4,17 pg/mL) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede (p=0,001) yüksekti (Tablo-2). Serum HO-1 enzim düzeyleri SP grubunda (74,94±68,38 ng/mL), kontrol grubuna (15,37±6,85 ng/mL) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede (p=0,001) yüksekti (Tablo-2).

Tablo 1: Gruplara Göre Tanımlayıcı Özelliklerin Değerlendirilmesi

		Cerebral Palsi (n=44)	**Kontrol (n=40)**	***p***
Yaş (ay)	*Ort±Ss*	75,50±49,59	89,20±39,85	***[a]0,117***
Cinsiyet; *n (%)*	**Kız**	19 (43,2)	14 (35,0)	***[b]0,443***
	Erkek	25 (56,8)	26 (65,0)	
Tartı (kg)	*Ort±Ss*	15,38±6,58	25,83±10,46	***[a]0,001****
Tartı Z skor	*Ort±Ss*	-2,03±0,46	0,22±0,49	***[a]0,001****
Boy (cm)	*Ort±Ss*	104,36±23,64	121,79±18,96	***[a]0,001****
Boy Z skor	*Ort±Ss*	-2,01±0,64	0,40±0,45	***[a]0,001****
BMİ (kg/m^2)	*Ort±Ss*	13,67±0,98	16,51±1,79	***[a]0,001****

*[a]Student t Test [b]Ki-kare Test [c] **p<0.01*

Tablo 2: Gruplara Göre Tanımlayıcı Özelliklerin Değerlendirilmesi

		Cerebral Palsi (n=44)	Kontrol (n=40)	*p*
TAU	*Ort±Ss*	14,82±6,74	8,69±4,17	***[a]0,001***
HO-1	*Ort±Ss*	74,94±68,38	15,37±6,85	***[a]0,001***

[a]Student t Test ***p<0.01*

5. TARTIŞMA

SP, hareket gelişimini etkileyen ve aktivitenin kısıtlanmasına neden olan bir kalıcı bozukluklar grubudur. Gelişmekte olan fetus veya infant beyninde ortaya çıkan non-progressif bozukluklar serebral palsiye yol açar (8). SP etiyolojisi multifaktöriyeldir. Beyin gelişiminde defekt bulunan birçok hastalık ve olay SP'ye neden olabilmektedir. Serdaroğlu ve ark (9) çalışmalarında SP etiolojisinde preterm doğumu %40,5, doğum asfiksisini %34,6 olarak bildirmişlerdir.

Tau proteini, uzun zamandır yetişkinlerde beyin travması, beyin iskemisi, beyin kanaması, Pick'ın hastalığı, kortikobazal dejenerasyon ve kronik travmatik ensefalopati gibi durumlarda beyin ve/veya omurilik hastalıklarını incelemek için yaygın olarak kullanılmıştır. Tau proteini ayrıca merkezi sinir sistemi hasarının nörobiyolojik bir belirteci olarak kabul edilmektedir (10, 11).

Literatürde cerebral palsi olgularında tau protein düzeyi ile ilişkili herhangi bir çalışma mevcut olmamakla birlikte, cerebral palsi nedenleri arasında birçok çalışmada en sık neden olarak gösterilen neonatal asfiksi, hipoksik iskemik ensefalopati, kernikterus gibi etiolojik nedenlere sahip hastalarda yapılan çalışmalarda serum tau protein düzeylerinde değişiklikler bildirilmiştir (12-16). Okumuş ve ark. (12) yaptıkları bir çalışmada yenidoğan hiperbilirubinemili hastalarda erken faz bilirubin ensefalopatisi, işitsel nöropati, nörolojik anormallikler veya EEG anomalileri olan yenidoğanların serum Tau protein düzeylerinde nörolojik anormallikleri olmayanlara göre belirgin derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Takahashi vd. (13) 19 yenidoğan asfiksi vakası üzerinde yaptıkları çalışmada serum Tau protein düzeylerinin kötü prognozlu yenidoğan hastalarında iyi prognozlu olanlara kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Toorell vd (15) Çalışmasında intrapartum asfiksi gelişiminden sonra Tau ve nörofilament düzeylerinin her ikisinin anlamlı derecede yükseldiği ve biyobelirteçlerin seviyeleri ile asfiksinin ciddiyeti arasında bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda SP'li hastalarda

TAU proteini düzeyini (14,82±6,74 pg/ml) kontrol grubuna (8,69±4,17 pg/ml) kıyasla istatistiksel olarak belirgin düzeyde yüksek saptamamız bu bulgularla örtüşmektedir.

Çeşitli çalışmalarda oksidatif stresin, nörodejeneratif hastalıklarda rol oynadığı gösterilmiş ve bu çalışmaların bazılarında serum antioksidan düzeyleri ile nöral fonksiyonlar arasında bir korelasyon saptanmıştır (17-19). Antioksidanlar, artan serbest radikal aktivite tarafından tüketilir ve toplam antioksidan durum serbest radikal aktiviteyi dolaylı olarak değerlendirmek için kullanılmıştır (20-22). Son zamanlarda, oksidatif stres gibi hücresel strese karşı etki eden HO-1'in up-regüle olduğu gösterilmiştir. HO-1, oksidatif stres tarafından uyarılan bir enzimdir (23). Pro-oksidan hem'i parçalayarak oksidatif stresi azaltır (24, 25). Nöronal hücre kültürleri ile yapılan in vitro çalışmalar, HO-1'in oksidatif hasara karşı nöronları koruduğunu göstermiştir (7).

SP'de serum antioksidan sistemlerinin toplam etkileri noktasında bilgimiz sınırlıdır. Bununla birlikte SP'de oksidatif stres konusunda çelişkili bulgular mevcuttur. Bast vd. (20) antioksidan enzimler ve lipid peroksitleri kontrol grubuna kıyasla SP'li çocuklarda belirgin derecede yüksek saptarken; Kulak vd. kontrol grubuna kıyasla SP'li çocuklarda antioksidan enzimleri belirgin derecede düşük ve lipit peroksitleri değişmemiş olarak saptamışlardır (21). Ayçiçek vd. kontrol grubuna kıyasla SP'li çocuklarda lipid peroksit seviyelerinin belirgin derecede yüksek ve TAC seviyelerini belirgin derecede düşük olarak saptamışlardır (26). Bizim çalışmamızda HO-1 düzeyini kontrol grubuna (15,37±6,85 ng/mL) kıyasla SP'li hastalarda (74,94±68,38 ng/mL) yüksek olarak saptamış olmamız bunun kompansatuvar bir yükselme olduğu şeklinde yorumlanabilir.

SONUÇ

SP'li hastalarda serum TAU ve HO-1 düzeylerinin artmış olduğunun saptanmasının etiyopatogenezin aydınlatılmasına ve yeni tedavi arayışlarının bu noktaya yoğunlaşmasına katkı sağlayacağını umuyoruz. Bununla birlikte bu bulguların daha kapsamlı çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

REFERENCES

1. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. Developmental medicine and child neurology. 2005;47(8):571-6.

2. Johnson A. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. Developmental medicine and child neurology. 2002;44(9):633-40.

3. Haghighi S, Andersen O, Ode´ n A, Rosengren L. Cerebrospinal fluid markers in MS patients and their healthy siblings. Acta Neurol Scand. 2004.

4. Shaw GJ, Jauch EC, Zemlan FP. Serum cleaved tau protein levels and clinical outcome in adult patients with closed head injury. Annals of emergency medicine. 2002;39(3):254-7.

5. Suzuki M, Iso-o N, Takeshita S, Tsukamoto K, Mori I, Sato T, et al. Facilitated angiogenesis induced by heme oxygenase-1 gene transfer in a rat model of hindlimb ischemia. Biochemical and Biophysical Research Communications. 2003;302(1):138-43.

6. Terry C M, Clikeman J A, Hoidal J R, Callahan K S. Effect of tumor necrosis factor-α and interleukin-1α on heme oxygenase-1 expression in human endothelial cells. American Journal of Physiology. 1998.

7. Chen K, Gunter K, Maines M D. Neurons Overexpressing Heme Oxygenase-1 Resist Oxidative Stress-Mediated Cell Death. Journal of Neurochemistry. 2000;75:304-13.

8. Morris C. Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. Developmental medicine and child neurology Supplement. 2007;109:3-7.

9. Serdaroglu A, Cansu A, Ozkan S, Tezcan S. Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. Developmental medicine and child neurology. 2006;48(6):413-6.

10. Morris M, Maeda S, Vossel K, Mucke L. The many faces of tau. Neuron. 2011;70(3):410-26.

11. Liliang PC, Liang CL, Lu K, Wang KW, Weng HC, Hsieh CH, et al. Relationship between injury severity and serum tau protein levels in traumatic brain injured rats. Resuscitation. 2010;81(9):1205-8.

12. Okumus N, Turkyilmaz C, Onal EE, Atalay Y, Serdaroglu A, Elbeg S, et al. Tau and S100B proteins as biochemical markers of bilirubin-induced neurotoxicity in term neonates. Pediatric neurology. 2008;39(4):245-52.

13. Takahashi K, Hasegawa S, Maeba S, Fukunaga S, Motoyama M, Hamano H, et al. Serum tau protein level serves as a predictive factor for neurological prognosis in neonatal asphyxia. Brain & development. 2014;36(8):670-5.

14. Lv H, Wang Q, Wu S, Yang L, Ren P, Yang Y, et al. Neonatal hypoxic ischemic encephalopathy-related biomarkers in serum and cerebrospinal fluid. Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry. 2015;450:282-97.

15. Toorell H, Zetterberg H, Blennow K, Savman K, Hagberg H. Increase of neuronal injury markers Tau and neurofilament light proteins in umbilical blood after intrapartum asphyxia. The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of

Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstet. 2018;31(18):2468-72.

16. Lv HY, Wang QL, Chen HY, You YJ, Ren PS, Li LX. Study on serum Tau protein level and neurodevelopmental outcome of placental abruption with neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy. The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstet. 2019:1-7.

17. Romero FJ. Antioxidants in peripheral nerve. Free Radical Biology and Medicine. 1996;20(7):925-32.

18. Delivoria-Papadopoulos M, Mishra OP. Mechanisms of perinatal cerebral injury in fetus and newborn. Annals of the New York Academy of Sciences. 2000;900:159-68.

19. Maier CM, Chan PH. Role of superoxide dismutases in oxidative damage and neurodegenerative disorders. The Neuroscientist : a review journal bringing neurobiology, neurology and psychiatry. 2002;8(4):323-34.

20. Bast A, Goris RJ. Oxidative stress. Biochemistry and human disease. Pharmaceutisch weekblad Scientific edition. 1989;11(6):199-206.

21. Kulak W, Sobaniec W, Solowej E, Sobaniec H. Antioxidant enzymes and lipid peroxides in children with cerebral palsy. Life sciences. 2005;77(24):3031-6.

22. Vasil'eva EM, Bakanov MI, Poddubnaia AE, Shor TA. [Lipid peroxidation in neurological pathology in children]. Klinicheskaia laboratornaia diagnostika. 2005(2):8-12.

23. Martin D, Rojo AI, Salinas M, Diaz R, Gallardo G, Alam J, et al. Regulation of heme oxygenase-1 expression through the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway and the Nrf2 transcription factor in response to the antioxidant phytochemical carnosol. The Journal of biological chemistry. 2004;279(10):8919-29.

24. Gozzelino R, Jeney V, Soares MP. Mechanisms of Cell Protection by Heme Oxygenase-1. Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 2010;50(1):323-54.

25. Silva G, Cunha A, Gregoire IP, Seldon MP, Soares MP. The antiapoptotic effect of heme oxygenase-1 in endothelial cells involves the degradation of p38 alpha MAPK isoform. Journal of immunology. 2006;177(3):1894-903.

26. Aycicek A, Iscan A. Oxidative and antioxidative capacity in children with cerebral palsy. Brain research bulletin. 2006;69(6):666-8.

TARIMSAL PEYZAJLARIN TURİZM POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Nilgün GÜNEROĞLU[1*], Öğr. Gör. Gülcay Ercan OĞUZTÜRK[2]
[1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon
[2] Dicle Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

Özet

Tarımsal alanlar geniş alanları içinde barındırarak, yakın çevrelerindeki yerleşim dokusuyla birlikte kırsal peyzajın bir bileşenini oluştururlar. Hem ekolojik hem de ekonomik getirileri ile birlikte estetik değeri de olan tarımsal alanlar kültürel özellikleri yansıtan peyzajlardır. Bu nedenlerden dolayı günden güne önemi artan turizm alanlarından biri olarak değerlendirilirler. Kırsal kalkınmanın sağlanması, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistemdeki bozulmaların önlenebilmesi için tarımsal turizm faaliyetlerine önem verilmektedir. Kentlerde yapılaşmanın artması yeşil alanların azalması insanların doğaya özlemini arttırmaktadır. Tarımsal alanlara, doğaya dönüş fikri kentliler arasında oldukça ilgi görmekte ve yeni arayışlara cevap verecek peyzaj düzenlemelerine ihtiyaç artmaktadır.
Dünya üzerinde farklı iklim, toprak ve arazi yüzü şekillerine bağlı olarak birçok tarımsal alanlar bulunmaktadır. Bu tarım alanları ülkelerin kültürel özellikleri ve değerleri ile oldukça fazla dikkat çekmektedir. Ülkemiz de konumu, iklimsel özellikleri ve 3 farklı fitocoğrafik bölgenin birleşim noktasında yer almasından dolayı birçok ürünün yetiştirme potansiyeline sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Ancak ülkemizde tarımsal turizm olanakları gerekli şekilde planlanamamakta ve bu kaynaklardan gerekli şekilde yarar sağlanılamamaktadır.
Bu nedenlerle çalışmada dünyada farklı ürünlerle ortaya çıkan tarımsal peyzajlar ve bunların turizm amaçlı kullanımları incelenmiştir. Ayrıca ülkemizde bulunan tarım alanlarının peyzaj değeri ve turizm olanakları tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarım, Turizm, Kırsal Peyzaj, Peyzaj Değeri

Evaluation of Tourism Potential in Agricultural Rural Landscapes

Abstract

Agricultural landscapes, together with their surrounding open areas and formations, are major components of the rural landscape character. Agricultural fields reflect cultural landscape properties as they exhibit economic, social and aesthetic values which increase their tourism potential day by day. Agricultural tourism activities have great importance in terms of mitigating ecological deteriorations, protecting bio-diversity and achieving rural development. Increasing urban sprawl and crowd in cities have led to loss of green texture in cities which creates a hunger for rural settlements. Nowadays, moving to rural green pastures has become popular in highly urbanized regions' inhabitants. Therefore, rural landscapes must accordingly be tuned up to meet available demands.

There are varieties of many different agricultural zones in the world in accordance with climatological and local settings. These regions are mostly linked and shaped with cultural values of the people and countries. Turkey has great rural agricultural tourism potential due to its unique geographic position which is a transition zone of the mid-latitudes with diverse

local micro-climates. Unfortunately, this potential is not well managed to exploit and develop rural tourism attractions by using landscape planning concepts.

Therefore, in this study Turkey's agricultural tourism potential has evaluated and reported by focusing on rural landscape value and related tourism possibilities with appropriate comparisons of successful rural landscape project examples from different parts of the world.

Keywords: agriculture, tourism, rural landscape, landscape value

GİRİŞ

Tarımsal faaliyetler insanların yaşamak için gerekli olan ürünleri yetiştirme, hasat etme ve satışa sunma süreçlerinden oluşur. İnsanları yerleşik hayata geçmeye iten önemli ihtiyaçlardan biridir (Güneroğlu ve Bekar, 2016). Dünya nufüsunun artışına paralel olarak tarım arazilerinde de artış kaçınılmaz olmaktadır. Birim alandan elde edilebilecek ürün miktarı arttırmak için üretim teknikleri üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmaktadrı. Genel olarak baktığımızda 13 milyar hektarla kaplı dünya karasal alanlarının 5 milyar hektarlık bölümü tarım arazilerinden oluşmaktadır (OKP, 2014). Dünya tarım arazilerinin büyüklüğüne baktığımızda bata 520 bin hektar ile Çin gelmektedir. Türkiye ise 39 bin hektar ile 30. sırada bulunmaktadır (RDT, 2014).

Tarımsal alanlar kırsal alanların önemli bir parçası olduğu gibi kentsel alanlar içersinde de yer almaktadır. Bu nedenlerle kent ve kır arasında bir ara kesit görevi görürler. Ekolojik açıdan önemli olan tarımsal alanların kültürel ve estetik değerleri bulundukları bölgeden bölgeye değişmektedir. Ülkemizde tarım için ayrılan alanların amaç dışı kullanılması bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Elde edilen ürün yetersizliği, ürünün kalitesindeki düşüş gibi olumsuzlukların yanısıra arazi örtüsünde parçalanmalar ve azlamalar karşımıza çıkmaktadır (Güneroğlu, 2013; Power, 2010). Oysa ki tarım alanlarını korunması ve geliştirilmesi için çalışmalara önem verilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda çiftçilerin tarım alanlarında sadece ürün elde ederek kazanç sağlamalarına ek olarak turizm amaçlı çalışmalara yönlendirilmesi sağlanmalıdır. bu şekilde tarım arazileri turizm olanakları açısından değerlendirilek hem arazi sahipleri hem de kullanıcılara yarar sağlamalıdır

Tarımsal Turizm

Günümüz dünyasında kentlerdeki nufüs artışı yapılaşma, kentsel alanlardaki yeşil alan yetersiziliği insanların doğaya olan özlemini arttırmaktadır. Tüm bu etmenlere bağlı olarak insanların turizm kavramının algılanmasında değişimler oluşmaktadır (Soykan, 2003).Ulaşılabilirlik, ekonomik ve sosyal etkenler de bu değişimlerin en önemli nedenleri arasındadır. İnsanlar deniz, kum, güneş üçlüsünden oluşan turizm anlayışından farklı olarak daha çok doğaya dönük, yumuşak turizmlere yönelmeye başlamıştır. Sonucunda alternatif turizm olanakları gündeme gelmiştir (Aydın, 2012).

Tarımsal turizm de insanları doğaya yaklaştıran turizm türleri içinde yer alır. Tarımsal faaliyetlerin yapılmasına engel olmayan bu turizm çeşidinde amaç üreticilere ürün hasadı dışıda ekonomik getiri sağlamaktır. Tarım dışında iş olanakları ve istahdamlar oluşturulacak yöre halkının

kente göçü engellenebilecektir. Tarım alanlarının parçalanması engellenerek korunması ve geliştirilmesi gündeme gelecektir. Bu şekilde yöre ve ülke ekonomisine katkı sağlanarak, sosyal ve kültürel etkileşim gelişecektir.

Tarım turizmde tarım arazilerine gelen turistler kırsalın dinlendirici etkisiyle doğayla içiçe olma fırsatı bulacaklar, birşeyler üretmenin heyecanını deneyimleme tecrübesi yaşayacaklardır. Ayrıca gelen turistler bulundukları yörenin gelenek görenekleri, tatları ve yaşantıları ile tanışarak kültürel tecrübeler kazanacaklardır. Bunların yanısıra tarımsal alanların bulunduğu bölgedeki doğal güzellikleri, tarihi yapıları ziyaret edebilecek, yine bölgenin sunduğu dağ yürüyüşü, binicilik, rafting gibi çeşitli etkinliklere de katılabileceklerdir. Tablo 1'de tarımsal bir turzim alanında yapılabilceke faaliyetler, farklı turzim ve etkinlik olanakalrı verilmiştir.

Tablo 1. Tarımsal alanlar için etkinlik ve turizm olanakları

Tarım Alanlarında Yapılabilecek Tarımsal Faaliyetler	
Kullanıcılar İçin	**Üreticiler İçin**
Ürünlerin tarihini öğrenmek	Ürünlerin satışını sağlamak
Ürün hasadına katılmak	Ürünün kendin topla satışlarını sağlamak
Hasat sonrası, kurutma, ayıklama, paketleme gibi işlemlere katılmak	Ürün çeşitliliğini tanıtmak
Bahçelerde yürüyüş yapmak	Ürünlerden elde edilen yeni ürünleri tanıtmak
Bahçelerde fotoğraf çekmek	Yöreye ait hatıra eşyalarını satmak
Geleneksel kıyafetleri giymek	Ürünle ilgili hasat günleri/şenlikler düzenlemek
Yöresel tatları denemek	Ürün festivalleri düzenlemek
Yöresel ürünleri, eşyaları satın almak	Kırsal müzik ve halk oyunları şenlikleri düzenlemek
Eğitim kurslarına katılmak (yemek, çay-şarap tatma, tarhana-salça yapma gibi)	Eğitim vermek (yemek, çay-şarap tatma, tarhana-salça yapma gibi)
Yöresel evlerde konaklamak	Pansiyonculuk
Tarım Alanlarındaki Turizm Olanakları	**Tarım Alanlarındaki Etkinlik Olanakları**
Deniz Turizmi	Su sporları
Kültür Turizmi	Yaban hayatı izleme
Sağlık Turizmi	Doğa yürüyüşü
İnanç Turizmi	Dağcılık
Yayla Turizmi	Kamp kurma/piknik yapma
Mağara Turizmi	Yamaç paraşütü
Botanik Turizmi	At binme
Av Turizmi	Balık tutma
	Foto Safari

Dünya'da Tarımsal Turizm

Dünyada tarımsal turizm olgusu ülkemize göre daha özenle ele alınmıştır. Özellikle bazı ülkeler tarımsal değerlerini imaj oluşturmak amacı ile kullanarak sahip oldukları diğer kaynaklarla ilişkilendirmiştirlerdir. Bu ülkeler karaktersitik tarımsal alanlarını turizm amaçlı kullanarak önemli bir gelir kapısı oluşturmuş ve yatırım sahaları yaratmışlardır. Japonya, Çin, Brezilya, İtalya, Hindistan, Yeni Zellanda, Yunanistan, Fransa, Endonezya, Avustralya ve Almanya bu ülkelere örnek olarak verilebilir. Amerika'nın en popüler ürünlerinden biri olan balkabağı kültürel izler taşıyan bir bitkidir. Şükran günü yemeklerinin geleneksel bir parçasıdır. Cadılar bayramında balkabakları oyularak fener

şeklinde kullanılır. Bu fenerlerin hayali kötü varlıkları engellediği inanışı bulunmaktadır.Külkedisi masalında da balkabağının arabaya dönüşmesi kurgusu kültürel değerini ortaya çıkarmaktadır. Bunlara ek olarak hasat zamanı balkabağı festivali düzenlenir ve en ağır balkabağı ödül kazanır (Şekil 1). Bali de pirinç geleneksel değeri olan bir bitkidir. Pirinçlerin yetiştiği tarlaların eşşiz görüntüsü insanları etkilemektedir. Bali'de bu pirinç hasadı turizm amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca bahçelerde bisiklet turları, foto safari gibi etkinlikler yapılmakta, geleneksel yaşantıyı, lezzetleri ve danslari deneyimleme fırsatları sunulmaktadır. İtalya da isse üzüm bağları tarımsal turizm amaçlı değerlendirilmektedir. Üzüm hasadına katılma, şarap yapımı, bahçelerde gezinti gibi etkinliklerin yapıldığı bağlarda eşşiz manzaraları izleme olanakları bulunmaktadır. Brezilya 1700'lü yıllardan beri dünyada en büyük kahve üreticisidir. Bu ülke kültürünün ayrılmaz parçası olan kahvenin turizm için önemi çok büyüktür. Tarımsal turizm amaçlı değerlendirilen bahçelerde hasata katılma, tohum üretimi, kahve çeşitlerini ayırt etme gibi eğitsel olanakların yanısıra arazi gezileri, geleneksel tatlar ve doğal güzelliklerin tecrübe edilme olanakları bulunmaktadır. Japonya da ise kültürel değeri olan çay bitkisi tarımsal turizmde dikkat çekmektedir. Özellikle Japon bahçelerinde bulunan çay seramonisi geleneksel yaşantının en önemli izlerini taşımaktadır. Bunların dışında çay yapılan tarım arazilerinin sunduğu görsel güzellikler foto safari için mükemmel noktalar sunmaktadır.



Şekil 1. Balkabağı tarım alanlarında turizm etkinlikleri (URL-1, URL-2, URL-3, URL-4, URL-5)

Türkiye'de Tarımsal Turizm

Türkiye arazilerinin %36'sı tarım arazisidir. Fakat yanlış kullanım amaçları ile bu oran günden güne azalmaktadır (Bayar, 2018). Toprak çeşitliliği, iklim, arazi yüzü şekillerine bağlı olarak ülkemizde yetiştirilen ürün çeşitliliği oldukça fazladır. Her bölgesinde farklı bir ürün yetişen Türkiye'de tarım ve tarımsal faaliyetler, tarihten gelen ve toplumu sosyolojik açıdan şekillendiren

unsurlardır. Ülkemiz de tarım kültürel açıdan yaşam biçimini belirleyen faktörlerdendir. Tarımsal peyzajın Türkiye'deki yeri azımsanamayacak kadar etkili olup büyük arazileri içine almaktadır. Türkiye'nin bulunduğu coğrafik konum ve iklimsel özellikler tarımsal bitki türü çeşitliliğinin oldukça fazla arttırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı hemen hemen her bir bölgesinin etkisi altında olan ve o bölgeyi karakterize eden tarımsal peyzaj tiplerine sahiptir. Doğu Karadeniz bölgesinde çay, fındık ve tütün, Ege bölgesinde üzüm, incir ve zeytin, Marmara'da ayçiçeği ve pirinç, İç Anadolu'da buğday ve elma, Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil, gül ve lavanta, Güney Doğu'da pamuk ve fıstık, GüneryDoğu Anadolu'da kayısı ve karpuz gibi tarım arazileri ülkede baskın bir yapı sergileyen tarımsal peyzajlardandır(Dirik, 2005) (Tablo 2).Bu ürünlerin yetiştirildiği bölgelerde bulunan farklı yaşantılar, gelenek görenekler, halk oyunları, yöresel lezzetler, mimari yapı, doğal güzellikler çeşitli tarımsal turizm olanaklarını bulunmaktadır. Fakat ülkemizde tarımsal turizm amaçlı çalışmalara gereken önem verilmemektedir. Sadece küçük çalışmaların yapıldığı ülkemizde Ege bölgesinde zeytin koridorları ve ekolojik tarım turizmi adı altında tatil çiftlikleri bulunmaktadır.

Türkiye'de Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 2023 eylem planı içersinde ekoturizmin geliştiirlmesi amacıyla, yerel halkın eğitimi, kültürel ve geleneksel el sanatlarının tanıtımı, eko-turizm alanlarındaki önemli coğrafik noktaların tespiti, yürüyüş güzergâhlarının tespiti ve eko-turizm yapılabilecek yerlerin alan kullanım planlarının hazırlanması gibi faaliyetleri bulunmasına rağmen ilgili raporda tarım turizmi ile ilgili bir açılım bulunmamaktadır. Oysaki tarımsal turizmin geçmişi Avrupa ve Amerika da 100 yıla yakınken ülkemizde son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır.

Tablo 2. Türkiye tarımsal turuizm olanakları (URL-6, URL-7, URL-8, URL-9, URL-10, URL-11, URL-12, URL-13, URL-14, URL-15)

Ürünler		**Ürünler**	
Çay		Pamuk	
Ayçiçeği		Kayısı	
Gül		Üzüm	

Lavanta		Zeytin	
Fıstık		Fındık	

SONUÇ

Ülkemizde bulundukları alanlar ile gelenek, görenek, kültür ve yaşam biçimlerini etkileyen çay, ayçiçeği, pamuk, fındık ve gül bitkileri gibi potansiyeli olan tarımsal türleri sahip oldukları kültürel peyzaj değerleri ile ön plana çıkarılmaktadır. Ancak tarımı yapılan ve hemen hemen Türkiye'nin dört bir yanında dağılım gösteren bu alanların alternatif turizm odakları arasına girmesi ve bunlara yönelik koruma, kullanma ve planlama çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Tarımsal turizm amaçlı çalışmalarda;

- Tarım arazilerinin mevcut durumunun, kültürel değerlerinin ve arazi mülkiyetlerinin envanterleri çıkartılarak bu alanlara ait bir veri tabanı oluşturulmasına,
- Bu veri tabanı ile tarım alanlarında oluşabilecek değişimlerin (kayıpların ve kazanımların) tespit edilmesine,
- Kayıplar varsa nedenlerinin araştırılarak uzun vadede çözüm önerileri geliştirilmesine,
- Tarım arazileri için en uygun alanların belirlenmesine ve bu arazilerin etkin kullanımının sağlanmasına,
- Yasal düzenlemeler getirilerek tarım arazilerinin korunmasına,
- Tarımsal arazilerde yapılabilecek çeşitli etkinlik belirlenmesi ve değerlendirilmesine,
- Tarım arazilerinin bulunduğu bölgedeki geleneksel dokuya uygun yapılaşma sağlanarak mimarininkorunmasına,
- Kültürel etkinlikler ile kırsal değerlerin sürekliliğinin sağlanmasına,
- Doğal gübre kullanılarak, organik tarımın özendirilmesine,
- Kırsal altyapının geliştirilmesine,
- Ulaşım ağının iyileştirilmesine,
- Yerel yönetimlerin etkinliğinin arttırılmasına,
- Üreticilerin eğitilmesi, örgütlenme ve bilinçlendirilmesine,
- Reklam çalışmaları yapılarak tarımsal turizm çalışmalarının duyurulmasına

önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

AYDIN, O. (2012). AB'de Kırsal Turizmde ilk 5 Ülke ve Türkiye'de Kırsal Turizm. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2012(2), 39-46.

Bayar, R. (2018). Arazi Kullanımı Açısından Türkiye'de Tarım Alanlarının Değişimi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 16(2), 187-200.

Dirik, H., 2005. Kırsal Peyzaj Planlama ve Uygulama İlkeleri, İstanbul Üniversitesi Yayın No, 4559, Orman Fakültesi Yayın No, 486, İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul, 453 s.

Güneroğlu N 2013. Çay Alanlarının Peyzaj Karakterinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 221 s. Trabzon.

Güneroğlu, N., Bekar, M. (2016). Agricultural Landscape Values of Turkey, Environmental Sustainability and Landscape Management (Eds. Efe, R., Cürebal, I., Gad, A., Toth, B), ST. Kliment Ohridski Universty Press, Sofia, 119-137.

OKP, (2014). Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, Tarım Arazilerinin SürdürülebilirKullanımı Çalışma Grubu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, 96pp.

Power AG, 2010. Ecosystem Services And Agriculture: Tradeoffs And Synergies. The Royal Society B Biological Sciences, 365, 2959-2971.

RDT, (2014). Rakamlarla Dünya Tarımı, İzmir Ticaret Borsası Ar-Ge Müdürlüğü, 41pp. Soykan, F. (2003). Kirsal turizm ve Türkiye turizmi için önemi. Ege Coğrafya Dergisi, 12(1). URL-1 http:// www.cpp.edu/~agri/news/2017-pumpkin-festival-ticket-sale.shtml

URL-2 http://bighugelabs.com/onblack.php?id=8069077566&size=large

URL-3 https://www.etsy.com/dk-en/listing/163533887/halloween-pumpkin-stickers-pumpkin?ref=landingpage_similar_listing_top-2

URL-4 https://luxeadventuretraveler.com/wp-content/uploads/2012/11/Jdombs-Travels-Ludwigsburg-2.jpg (kabak)

URL-5 https://missutah.org/october-recap-as-miss-utah-2018/

URL-6 https://acikve.net/lezzetli-bir-siyah-cay-demlemenin-7-puf-noktasi/cay-karadeniz/

URL-7 https://t24.com.tr/haber/aycicegi-krizi-kapida-turkiye-yuzde-66-disa-bagimli,683778

URL-8 https://lalittur.com/tur/isparta-gul-hasadi-turu/

URL-9 https://www.bizevdeyokuz.com/kuyucak-lavanta-kokulu-koy-isparta/

URL-10 https://www.tgrthaber.com.tr/ekonomi/antep-fistigi-icin-gece-gunduz-silahli-nobet-2657807

URL-11 https://www.yenisafak.com/ekonomi/pamuk-uretiminde-rekor-beklentisi-3471395

URL-12 https://www.turkiyegazetesi.com.tr/yasam/611829.aspx

URL-13 http://www.hurriyet.com.tr/seyahat/yazarlar/burcu-gurturk/haydi-trakyaya-bag-bozumuna-40960164

URL-14 https://www.youtube.com/watch?v=CBgEUU9fgD4

URL-15 https://www.zingat.com/sakarya-hendek-de-10-960-m2-satilik-findik-bahcesi-2359657i

KENT İÇİ YOL AĞAÇLANDIRMALARI; DİYARBAKIR KENTİ ÖRNEĞİ

Doç. Dr. Müberra PULATKAN[1], Öğr. Gör. Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK[2]

[1] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon

[2] Dicle Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

Özet

Kentsel peyzajda bitkiler, kent ekosisteminin önemli parçalarındandır. Kentlerin nüfusundaki artış ile birlikte yoğun ve plansız yapılaşma kent içi açık yeşil alanların azalmasına yol açmaktadır. Bunun sonucu olarak da kent insanı ile doğa arasındaki ilişki olumsuz yönde etkilenmektedir. Kent içi cadde, refüj, kaldırım,bulvar vb. yol kenarı ağaçlandırmaları,kentlerin en önemli doğal elemanlarıdır. Estetik ve ekolojik açıdan kentlere oldukça önemli katkı sağlamaktadırlar. Görsel değerler oluşturma, kent iklimini düzenleme gibi yararları yanında özellikle yoğun kullanımı olan yollarda sürücü ve yaya için yaşam kalitesini arttırırlar. Bu çalışmada kent içi yol ağaçlandırmalarının kent sağlığına ve kent içi açık yeşil alan sistemine katkıları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Diyarbakır ili Elazığ ve Gazi caddelerinde günümüze kadar yapılan refüj ve yol ağaçlandırmaları, estetik ve ekolojik açıdan ele alınıp irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyarbakır, Yol bitkileri, Bitkisel Tasarım

Abstract

URBAN ROAD AFFORESTATION: A CASE STUDY OF DIYARBAKIR

Plants in the urban landscapeare an essential part of the urban ecosystem. Dense and unplanned construction caused bythe increase in the population of citiesleads to a decrease in the urban open green areas, which affects the relationship between urban people and nature adversely. Roadside afforestation likeurban street, median, sidewalk, and boulevard are the most important natural elements of the cities. They make a significant contribution to the citiesaesthetically and ecologically. In addition to the benefits of creating visual values and regulating the urban climate, they improve the quality of life for drivers and pedestrians, especially on heavily used roads. In this study, the contribution of urban road afforestation to urban health and urban open green area system was evaluated. In this context, the refuge and road afforestation On Elazığ and Gazi streets of Diyarbakır province to the present day has been discussed and examined in terms of aesthetics and ecology.

Keywords: Diyarbakır, Road plants, Plant Design

GİRİŞ

Son zamanlarda artan nüfus yoğunluğu, kentlerde plansız ve sağlıksız yapılaşmalara sebep olmaktadır. Artan bu yapılaşmalardan dolayı yeşil alanlardan giderek uzaklaşan insanların doğaya ve yeşile olan özlemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda ağaçlar, insan ve doğa arasındaki gittikçe kötüleşen bağın dengelenmesinde ve insanların kent içerisindeki yaşama şartlarının düzeltilmesinde önemli katkı sağlamaktadır (Gül, 2002).

Kentsel açık yeşil alanlar içerisinde kullanılan bitkisel materyalin kent ve insanlar için sağladığı katkılar; gölge, kirliliği azaltma,artan mülk değerleri,istenmeyen manzaraları perdeleme,yağmur suyu akışının azaltılması, , vahşi yaşam habitatları, rüzgârlar, rekreasyon için park alanları oluşturma ve bağlantı sağlama olarak sayılabilir.Aynı zamanda yoğun dikim, arazi formları, vb.uygulamalar gürültü kirliliğini azaltarak, kentsel ortamlarda insan refahını artırmada ve stresi azaltmada önem arz etmektedir (Trowbridge ve Bassuk, 2004).
Yollar, planlı bir şekilde gelişen kentlerde kentin iskeletini oluşturur ve kentlerin hangi yöne doğru gelişeceğini belirler (Yılmaz ve Aksoy, 2009). Cadde, refüjler ve bulvarlar (genel ifadeyle yollar) kentsel mekânlarda canlı bir mekanizma gibigörüldüğünde, kentsel yaşamı kolaylaştıran, farklı etkinliklere olanak sağlayan can damarlarıdır (Gül, 2002; Küçük ve Gül 2005). Kentlerin girişleri önemli prestij noktalarıdır. Bir kente ilk defa gelen bir kişi, bu kentle ilgili ilk izlenimlerini kent girişlerinde edineceği düşünülürse yol ağaçlarınınbu konudaki önemi büyüktür (Aslanboğa, 1997).Kentsel yaşamda ulaşım en önemli sorunlardan biridir. Planlama aşamasında, bitki elemanlarının yolların ana bileşenleri olarak düşünülmesi ve uygulanması gerekmektedir (Pulatkan, 2017). Kent içi yol ağaçlandırmasının peyzajın önemli bir ögesi olduğunun kabul edilmesi ve yol çevresinin görsel değerlerinin yolgüzergâhı kullanıcılarına güvenli ve zevkli yolculuk yapmalarını sağlayacak şekilde planlanması gerekmektedir (Çorbacı, 2002). Planlama yapılırken hâkimrüzgâr yönü ve topoğrafik yapı iyi değerlendirilir ise geniş bulvarlar bir koridor gibi kentin havalanmasını sağlarlar (Yılmaz ve Aksoy, 2009). Kentlerde araç ve yaya yollarında, refüjlerde, işlevsel ve estetik katkı sağlamak için uygunağaçların seçilmesi işlemi olarak tanımlanan kent içi yol ağaçlandırması sunduğu katkılar nedeniyle büyük öneme sahiptir (Çelem ve Şahin, 1997).

Kentsel açık yeşil alan yapısının önemli bir unsuru olan yol ağaçları, şehir ve rotaları için kimlik ve süreklilik sağlar, dolgunluk etkisi yaratır, yolların monotonluğunu kaldırır ve etkili

yollar oluşturur. Kentsel iklimi düzenler ve çevre kirliliğini azaltır. Yoğun trafiği olan şehir içi yollarda sürücü ve yaya trafiği güvenliği için önemli bir rol üstlenirler. Özellikle kentsel alanlarda kullanım önceliği olan yayalar için yaşam kalitesini arttırır (Pulatkan, 2017).Aşırı sıcaklıkların emilmesinde, yansıtılmasında veya filtrelenmesinde oldukça etkilidirler (Austin, 2001). Gölge sağlarlar, ortama çekicilik katarak monotonluğu kırarlar, yaya ve araç yollarını birbirinden ayırır veyönlendirirler. Ayrıca yaban hayatı için de kentte barınak oluştururlar (Küçük ve Gül, 2005).

Kent insanının yoğun çalışma temposundan dolayı gün içinde faydalanacağı açık yeşil alanlar kısıtlıdır. Bu nedenle bulvar, cadde ve refüjler kent yaşayanlarının, günlük yaşamı içinde, yaya olarak veya araçla aktif olarak kullandığı ve yararlanabildiği en önemli açık-yeşil alanlardır. Yol ağaçları,yapılaşmanın ve yaşamın yoğun biçimde devam ettiği yolkenarlarında çeşitli baskıların etkisi altında kalmaktadır. Bundan dolayı yol ağaçlarının sağlıkdurumları olumsuz olarak etkilenmekte, kırsal alandaki türlerine göre daha yavaş büyümekteve ömürleri daha kısa olmaktadır. Bu nedenle, kent kullanıcılarının kendilerinden bekledikleriişlevleri yeterince sağlayamamaktadırlar (Aslanboğa, 1986).Ağaçlar, tekniğine uygun tasarım ve planlama çalışmaları ile uygulanırsa kendilerinden beklenen işlevleri ve amaçları yerine getirilebilirler (Çelem ve Şahin, 1997;Gül, 2002;Dirik, 2008).

Ağaçların asıl yaşam alanları ekosistemler olduğundan diğer alanlara dikildiğinde mücadele içindeki diğer canlı veya cansız doğal faktörlerle birlikte yaşam mücadelesi vermek zorundadır. Açık alanlarda hayatta kalabilen ağaç türleri dona, rüzgara, güneşe dayanıklı ve fakir topraklarda bile yetişebilecek şekilde uyarlanmalıdır. Kentsel alanlarda yol kenarlarına dikilen ağaçlar, açık alanların olumsuz etkilerine karşı hayatta kalmak zorundadır. Yollara dikilecek olan ağaçların başarı sağlamak için belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir (Dirik, 2008). Öncelikle sağlam uzun bir gövdeye sahip olmalı, geniş bir taç yapı oluşturmalı, Hava kirliliğine ve trafiğin oluşturduğu toza karşı dayanıklı olmalıdır. Kentsel alanlarda yaygın olarak kullanılan türler tohumları ve polenleri ile çevreyi kirletmemelidir (Pulatkan, 2017).

Ağaçların yaşayan varlıklar olarak bazı istekleri olduğu göz ardı edildiği için günümüzdeki kentsel yol ağaçlandırmalarının çoğu uygulaması başarısız olmaktadır (Aslanboğa, 1997). Özellikle yanlış tür seçimi, yetişme ortamının uygunsuzluğu, uygun olmayan fidan materyalininkullanılması, bakım ve koruma çalışmalarının olmaması, projesiz yapılan

uygulamalar vb. birçok neden başarısız olmasındaki sebeptir. Bu çalışmada, kent içi yol ağaçlandırmalarının kent sağlığına ve kent içi açık yeşil alan sistemine katkıları değerlendirilmiştir. Diyarbakır ili Elazığ ve Gazi caddelerinde günümüze kadar yapılan refüj ve yol ağaçlandırmalarındaki eksiklikler belirlenerek yol kenarı, refüj vb. ağaçlandırmaları estetik ve ekolojik açıdan ele alınıp irdelenmiş ve bu alanlar için öneriler geliştirilmiştir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini oluşturan ve çalışma alanı olarak Türkiye'nin GüneydoğuAnadolu Bölgesi'nde yer alan Diyarbakır ilinin Elazığ ve Gazi Caddeleri seçilmiştir. Çalışmaalanı olarak seçilen caddelerdeki; yollar ve refüjerde yapılan kent ağaçlandırma uygulamaları yerinde inceleme ve gözlemler yapılarak eksiklikler ve sorunlar tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan değerlendirmede, yollarda ve refüjlerde bulunan bitkilerin türleri, boyları,sağlık durumları, formları vb. özellikleri konusunda veriler toplanmıştır.

Çalışmada yardımcı materyal olarak çeşitli tez makale, dergi vb. yayınlar, çalışma alanlarına ait Google Earth'den alınan uydu görüntüleri, alandan çekilen fotoğraflar ve Diyarbakır Büyükşehir Belediyesinden elde edilen Elazığ, Gazi Caddelerine ait altlıklar kullanılmıştır.

2.1. Çalışma Alanının Tanımı

Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında, El Cezire'nin (Mezopotamya) kuzeyinde yer almaktadır. Doğuda Batman ve Muş, batıda Şanlıurfa, Malatya, Adıyaman, kuzeyde Elazığ ve Bingöl, güneyde ise Mardin illeri (Şekil 1) bulunmaktadır (Url-1).



Şekil 1: Diyarbakır İlinin Coğrafi Konumu

2.1.1.ElazığCaddesi

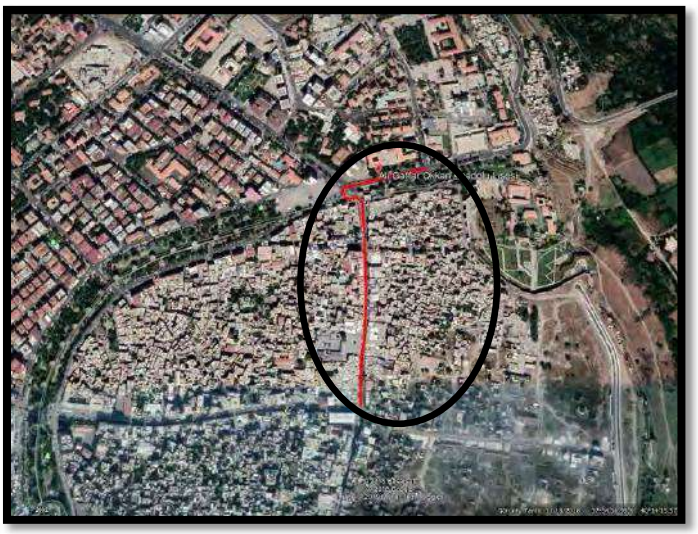
Çalışma alanı olarak seçilen iki alanımızdan biri olan ve D300 karayolu üzerinde yer alan Elazığ Caddesi Diyarbakır'ın Yenişehir ilçesine bağlıdır (Şekil 2).



Şekil 2: Elazığ Caddesi Uydu Görüntüsü

2.1.2. Gazi Caddesi

Çalışma alanı olarak Seçilen ikinci alanımız Gazi Caddesi Diyarbakır'ın Sur ilçesine bağlıdır(Şekil 3).



Şekil 3:Gazi Caddesi Uydu Görüntüsü

2.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemi 3 aşamada oluşturulmuştur. İlk aşamada kent içi yol ağaçlandırmaları ile ilgili makale, tez, dergi vb. yayınlar araştırılarak literatür taraması yapılmıştır. İkinci aşamadaçalışma alanına ait veriler ilgili kurumlardan toplanmıştır. Son aşamada ise Elazığ ve

Gazicaddelerindeki yollarda ve refüjlerde yapılan ağaçlandırma uygulamaları Şehiriçi Yol veMeydan Ağaçları Standardı" ve "Kentsel Peyzaj Planlama" ilkeleri dikkate alınarak eldeedilen veriler irdelenerek öneriler geliştirilmiştir.

3.BULGULAR

Yol ve refüjlerde yapılan yol ağaçlandırmaları, Diyarbakır kent merkezinde açık-yeşilalanların içinde ağaç sayısı ve yüzey alanı olarak önemli bir yer tutmaktadır. Diyarbakır kentmerkezinde, Elazığ Caddesi (Şekil 4)ve Gazi Caddesinde (Şekil 5) yapmış olduğumuz incelemeler sonucunda Tablo1 ve Tablo 2 oluşturulmuştur.



Şekil 4 :Elazığ Caddesi Alan Görselleri

Tablo 1 : Elazığ caddesi Bitki Envanteri

Konum	Latince Adı	Türkçe Adı	Tür	Boy	Sağlık Durumu	Adet
ELAZIĞ CADDESİ	*Acer negundo*	Dış Budak Yap.Akçaağaç	Yapraklı ağaç	5-8 m	İyi	2
	Morus alba	Dut	Yapraklı Ağaç	8 m	iyi	1
	Morus alba 'Pendula'	Ters Dut	Yapraklı Ağaççık	2-2.5 m	iyi	14
	Gleditsia triacanthos	Gladiçya	Yapraklı Ağaç	8-12m	iyi	11
	Parthenocissus quinquefolia	Amerikan Sarmaşığı	Sarmaşık	5m	iyi	1
	Styphnolobium japonicum	Sofora	Yapraklı Ağaç	8m	iyi	1
	Ailanthus altissima	Kokar Ağaç	Yapraklı Ağaç	8m	iyi	1
	Pinus nigra	Kara Çam	İbreli Ağaç	3-8m	iyi	25
	Thuja oriantalis	Mazı	İbreli Ağaç	5-6m	bakımsız	8
	Salvia microphyla	Kç. Yap.Ada Çayı	Çalı	60cm	iyi	132
	Rosa sp.	Gül	Çalı	40 cm	bakımsız	145
	Carex sp.	Kareks	Çalı	20 cm	iyi	371
	Primula L.	Çuha Çiçeği	Yer Örtücü	66 m²	iyi	

Yapılan çalışmalar sonucunda yaklaşık 600 m uzunluğa ve 170 cm orta refüj genişliğine sahipElazığ Caddesi'nde 13 bitki taksonu tespit edilmiş olup bunların %2,2 geniş yapraklı ağaç,%1,9 ağaççık, % 4,6 ibreli ağaç, %91 çalı ve %0,1 oranda sarmaşık olarak kullanılmıştır.

Bitkilerin genelinin sağlık durumu iyi olarak değerlendirilmiş fakat bakımsız bitkilerin olduğu da tespit edilmiştir.



Şekil 5 :Gazi Caddesi Alan Görselleri

Tablo 2 :Gazi Caddesi Bitki Envanteri

Konum	Latince Adı	Türkçe Adı	Tür	Boy	Sağlık Durumu	Adet
GAZİ CADDESİ	*Lavandula angustifolia*	Lavanta	Çalı	40 cm-60 cm	iyi	34
	Salvia microphylla	Ada Çayı	Çalı	50 cm	iyi	168
	Spirea vanhouttei	Keçi Sakalı	Çalı	40-50 cm	iyi	60
	Cupressus arizonica	Arizona Servisi	İbreli Ağaç	8m-10 m	iyi	13
	Platanus orientalis	Çınar Ağacı	Yapraklı Ağaç	13-20 m	iyi	9
	Thuja sp.	Mazı	İbreli Ağaç	2-8 m	iyi	7
	Thuja sp.	Mazı	Çalı	60 cm	bakımsız	42
	Rosa sp.	Gül	Çalı	40 -60 cm	iyi	374
	Morus sp.	Dut	Yapraklı Ağaç	3-20 m	iyi	14
	Pinus sp.	Çam	İbreli Ağaç	4m -6m	bakımsız	3
	Pinus mugo	Bodur Cam	Çalı	60 cm	iyi	1
	Pinus pinea	Fıstık Çamı	İbreli Ağaç	13-14 m	bakımsız	1
	Gleditsia triacanthos	Gladiçya	Yapraklı Ağaç	8-10 m	iyi	2
	Ulmus glabra	Karaağaç	Yapraklı Ağaç	10m	iyi	1
	Melia azedarach	Tespih Ağacı	Yapraklı Ağaç	10 m	iyi	2
	Fraxinus angustifolia	Sivri Meyveli Dışbudak	Yapraklı Ağaç	5-15m	iyi	5
	Morus nigra 'Pendula'	Ters Dut	Yapraklı Ağaççık	3m	iyi	3
	Euonymuus Japonica	Taflan	Çalı	20-40 cm	bakımsız	14
	Nerium oleander	Zakkum	Çalı	20 -40 cm	bakımsız	6
	Parthenocissus quinquefolia	Amerikan Sarmaşığı	Sarmaşık	-	iyi	1
	Buxus sp.	Şimşir	Çalı	40 cm	iyi	6
	Vitis vinifera	Üzüm	Sarmaşık	50 cm	iyi	1

Yaklaşık 900m uzunluğa ve 170 cm Orta refüj genişliğine sahip Gazi Caddesi'nin envanterinebakıldığında ise toplamda 22 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonların %4,3 genişyapraklı ağaç, %0,39 ağaççık, %3,38 ibreli ağaç, %91,9 çalı ve %0,26 oranda sarmaşık oluşturmaktadır.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Kente ekolojik, estetik ve fonksiyonel birçok fayda sağlayan ve açık yeşil alan sistemine dahilolan kent içi yol ağaçlandırmaları kentin kimliğine de önemli katkılar sunmaktadır. Bukapsamda Diyarbakır ilinde 2 yol aksı üzerindeki bitkileri tespit etmek amacıyla yapılançalışma sonucunda toplamda 35 adet bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonların %6,5geniş yapraklı ağaçlar, % 7,98 ibreli ağaçlar ve %82,8 çalılar oluşturmaktadır.

Bu iki cadde de daha önceden yapılmış plansız ve eksik uygulamaların olumsuz etkileri yoğun bir şekilde görülmektedir. Örneğin yol ağaçlarının gelişigüzel dikimleri sonucu estetik bir görünüm arz etmemesi, yetersiz boyuttaki yaya yolları ve refüjlere dikilen iğne yapraklı türlerin (özellikle Kara çam ve mazı) yaya ve araç trafiğini engellemesi, dut ağaçlarının meyvelerinin belirli dönemlerde görsel kirliliğe sebep olması, ağaçların dikim yerindeki uygunsuzluğu nedeniyle yolun alt ve üstündeki mevcut yapılar, tesisatlar ve donatılara zarar vermesi, kök yayılış alanının uygun boyutlarda olmaması nedeniyle ağaçların normal gelişimlerini tamamlayamaması, hatalı ve bilinçsizce yapılan bakım çalışmaları ile ağaçların estetik ve işlevsel değerlerini kaybetmiş olması vb. birçok eksik saymak mümkündür.Bu alanlarda periyodik bakım çalışmaları yapılarak olumsuz etkiler en aza indirgenebilir.

Bu caddelerdeki bitkilendirme çalışmalarının,bitki türlerine bakılmaksızınprojelendirme yapılmadan,amaç dışı ve bitkilendirme tasarım ilkeleri dikkate alınmadan yapıldığı tespit edilmiştir. Bu alanlarda bitki türleri seçilirken toza,tuza, kimyasal gazlara vb. dayanıklı türlere yer verilmelidir.Buna dikkat edilmeden seçilen bazı türler için bakım esnasında özen gösterilmelidir.

Yol ağaçlandırma çalışmaları estetik,ekolojik,teknik bilgiler gerektiren gelişi güzel yapılmaması gereken önemli bitkilendirme alanlarının başında gelmektedir.Bu alanlardaki bitkilerin işlevini tam olarak yerine getirebilmeleri için gereken önemin verilmesi gerekmektedir.Bu konu da da gerekli hassasiyet gösterilmediği için bitkilerin işlevini artırabilmek amacı ile ilave bitkilendirme yapılarak alanda iyileştirme çalışması yapılabilir.Yeni yapılacak olanyol ağaçlandırmalarında başarının sağlanabilmesi için bitki türlerinin kentsel alanlara olan uygunlukları (boy, tepe çapı,dallanma şekli, meyve, mevsimsel değişimler vb.) değerlendirilmelidir.Aksi takdirde yayalar ve araçlar için engelleyici olabilirler.Seçilen bitki türlerinin yörenin doğal türlerinden olmasına da özen gösterilmelidir.

Bu durum bakım maliyetlerini azaltacak,verimi artıracak ve bitkilendirme çalışmalarının sürdürülebilirliği için etkili olacaktır.

KAYNAKLAR

Aslanboğa İ., 1997. Kentlerdeki yol ve meydan ağaçlarının işlevleri, Ağaçlamanın planlanması, uygulanması ve bakımlarıyla ilgili sorunlar.Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul 96 Sempozyumu.İ.Ü. Or. Fak. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSFALT Genel Müdürlüğü, İSFALT Yayın No:3 İstanbul. s:10

Aslanboğa, İ., 1986. Kentlerde Yol Ağaçlaması. TUBİTAK Yayınları, Yapı Araştırma Enstitüsü. Yayın No:U3. Ankara. S:1–54.

Austin, R.L. (2001). *Elements of planting design.*United State of America: John Wiley&Sons Inc.

Çelem, H. ve Şahin, Ş., 1997. Kentiçi yol ağaçlarının görsel ve işlevsel etkileri. Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul 96 Sempozyumu. İ.Ü. Or. Fak. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSFALT Genel Müdürlüğü, İSFALT Yayın No:3 İstanbul. s:41.

Çorbacı,Ö.L.2002. Bartın-Amasra Karayolunun Peyzaj Özelliklerinin Peyzaj Mimarlığı Açısından Ortaya Koyduğu Sorunların Belirlenmesi.Karadeniz Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.Yüksek Lisans Tezi.Trabzon.2002.

Dirik, H. (2008). *Plantasyonteknikleri [The plant plantation]*. Istanbul: Istanbul University No: 4729.

Gül, A. 2002. Orman Peyzajı ve Rekreasyon Ders Notları, SDÜ Or. Fak. Orman Mühendisliği Bölümü, Lisans Ders notu. Isparta. (Basılmamış).

Küçük, V., & Gül, A. (2005). Isparta Kentiçi Yol Ağaçlandırmaları Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *9*(3).

Pulatkan,M.2017.Plant Designs That Improve Urban Comfort on Urban Main Transportation Roads. XI. European Conference on Social and Behavioral Sciences, ROMA, ITALYA, 1-4 Eylül 2016, pp.289-298.

Trowbridge, J.P., & Bassuk, N.L. (2004). Trees in The Urban Landscape. United State of America: John Wiley&Sons Inc

URL 1:http://www.diyarbakir.bel.tr/diyarbakir/genel-bilgiler/cografi-bilgiler.html .20.11.2019

Yılmaz, F., & Aksoy, Y. (2009). Şehir içi yol bitkilendirmelerinin İstanbul ili Beyoğlu İlçesi Cumhuriyet. *Halaskargazi ve Büyükdere Caddesi örneğinde irdelenmesi Journal of Yaşar University*, *4*(16), 2699-2728.

Eosen yaşlı Avliyana Granitoyidinin (Gümüşhane) Petrografisi ve Jeokimyası

Alaaddin VURAL, Abdullah KAYGUSUZ

Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE

Özet

Bu çalışmada, Avliyana (Torul/Gümüşhane) civarında yüzeylenen Eosen yaşlı Avliyana Granitoyidi'nin petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur.

Avliyana Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlar ince-orta taneli olup, diyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluşur. Kayaçlar başlıca plajiyoklas, kuvars, ortoklas, hornblend, biyotit, piroksen ve Fe-Ti oksit minerallerini içermekte olup, genellikle taneli, poikilitik ve mikrografik doku gösterirler.

Avliyana Granitoyidi I-tipi, orta-yüksek K'lu kalk-alkalen karakterli olup, orta SiO_2 içeriklerine (57-64) sahiptirler. Kayaçlar metalümin karakterli olup, hafif nadir toprak elementler (LREE) ve büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE) zenginleşmişlerdir. Kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılımları konkav şekilli (La_N/Yb_N= 5.1-11.2) olup, negatif Eu anomalisi (Eu_N/Eu^*=0.57-1.02) gösterirler. Ana ve iz element değişimleri, kayaçların gelişiminde plajiyoklas, piroksen, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu gösterir.

Anahtar Kelimeler: Avliyana Granitoyidi, Mineraloji-petrografi, Tüm-kayaç jeokimyası, Gümüşhane, Doğu Pontidler, Eosen

Petrography and Geochemistry of the Eocene Aged Avliyana Granitoid (Gümüşhane)

Abstract

In this study, the petrographical and geochemical characteristics of the Eocen aged Avliyana Granitoid exposed in the Avliyana (Torul/Gümüşhane) area was investigated.

The rocks forming the of the Avliyana Granitoid is fine to medium grained and, has diorite and tonalite in composition. The rocks consist of plagioclase, quartz, orthoclase, hornblende, biotite, pyeoxene and Fe-Ti oxide with generally hypidiomorphic, poikilitic and micrographic in textures.

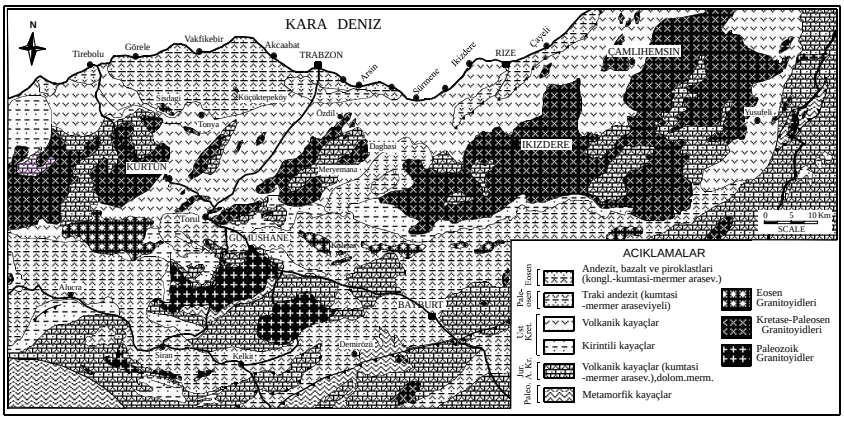
The Avliyana Granitoid is generally I-type, medium to high-K calc-alkaline characters, and has medium SiO_2 (57-64) contents. The rocks have metalüminous characters and are enriched in light rare earth elements (LREE) and large ion lithophile elements (LILE). Chondrite normalized REE patterns are concave shaped (La_N/Yb_N=5.1-11.2), and show negative Eu-anomalies (Eu_N/Eu^*=0.57-1.02). Major and trace element variations indicate significant role of plagioclase, pyroxene, hornblende and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of rocks.

Keywords: Avliyana Granitoid, Mineralogy-petrography, Whole-rock geochemistry, Gümüşhane, Eastern Pontides, Eocene

1. Giriş

Doğu Pontidlerde, Permo-Karbonifer'den Eosen sonrasına kadar geniş bir bileşim ve yaş aralığında oluşmuş pek çok plütonik kayaç bulunur (Şekil 1). Bu plütonik kayaçlar Paleozoyik, Kretase ve Eosen olmak üzere başlıca üç farklı zaman aralığında yerleşmişlerdir (Şekil 1). Bunlardan Paleozoyik (Permo-Karbonifer) yaşlı plütonlar (Örn, Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Ustaömer vd. 2013; Kaygusuz vd., 2012, 2016) metamorfik kayaçları keserek

yerleşmiştir. Ayrıca, metamorfik temel kayaçlar, Erken Jura yaşlı plütonlar tarafından da kesilmiştir (Ustaömer vd., 2013; Karslı vd., 2017; Dokuz vd., 2017) (Şekil 1). Geç Kretase plütonları, yitim ile ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik kayaç ile dokanak ilişkisinde (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Karslı vd., 2010; Kaygusuz vd., 2008; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011; Temizel vd. 2019) olup, geniş alanlarda yayılım gösterirler (Şekil 1). Eosen ve sonrası plütonları ise tüm birimleri keserek yerleşmiştir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Arslan ve Aslan, 2006; Karslı vd., 2007; Kaygusuz ve Öztürk, 2015; Eyuboğlu vd. 2017; Temizel vd., 2018; Kaygusuz vd. 2018, 2019; Şekil 1).



Şekil 1. Doğu Pontidler'de plütonik kayaçlar ve çevre kayaçlarını gösteren jeolojik harita (Güven, 1993; Kaygusuz vd. 2019'dan değiştirilerek).

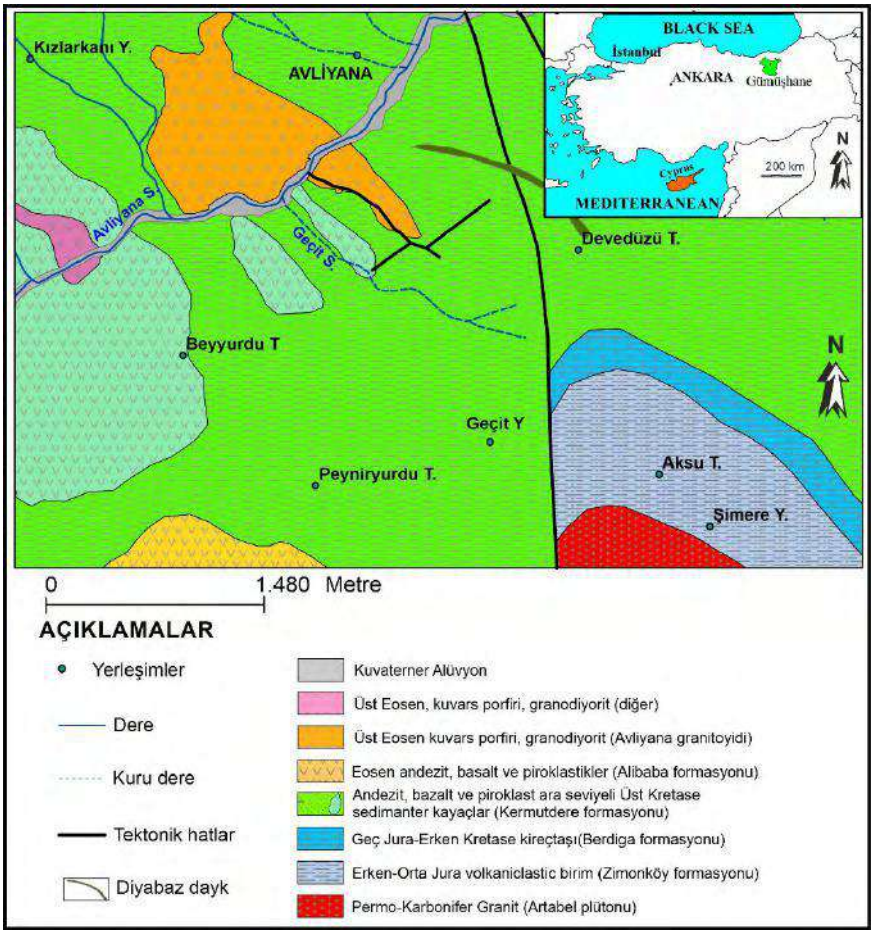
Bölgede genel jeoloji, maden yatakları ve magmatik kayaçların petrolojisi ile ilgili pek çok çalışma (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Eyuboğlu vd. 2011; Saydam Eker vd. 2012; Vural ve Erdoğan, 2014; Vural vd. 2017; Vural, 2017, 2019; Kaygusuz vd. 2011, 2017; Kaygusuz ve Şahin, 2016; Sipahi vd. 2017) olmasına rağmen, incelenen Eosen yaşlı plütonlar ile ilgili Vural ve Kaygusuz (2016) tarafından yapılan TÜBİTAK raporu hariç herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışmada Avliyana Granitoyidi'nun petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konularak, Doğu Pontid Eosen magmatizmasının gelişimine açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

2. Jeolojik Konum

Doğu Pontidler'de en yaşlı kayaçları Geç Karbonifer yaşlı plütonik kayaçlar ile Geç Karbonifer-Erken Permiyen yaşlı metasedimanter kayaçlar oluşturur (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Topuz vd., 2007, 2011; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012, 2016). Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul istif bu temel kayaçları uyumsuz olarak örterler (Ağar, 1977; Eren, 1983; Boynukalın, 1990; Kandemir ve Yılmaz, 2009; Şen 2007). Erken-Geç Jura yaşlı intrüzyonlar (Dokuz vd., 2010; Karslı vd., 2017) tüm bu birimleri kesmişlerdir. Geç Jura-Kretase dönemi, Doğu Pontid Orojenik Kuşağında yoğun bir karbonat çökelimiyle karakterize edilir (Pelin, 1977;). Geç Kretase yaşlı plütonik ve volkanik kayaçlar Kuzey Zonda baskın litolojiyi teşkil ederken (Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Karslı vd., 2010; Boztuğ vd., 2006; Kaygusuz vd., 2009, 2010; Sipahi vd., 2017; Temizel vd. 2018), güney zonda tortul kayaçlar egemendir. Bölgede Geç Kampaniyende başlayan ve Maastrihtiyen sonuna kadar devam eden yüksek potasyumlu magmatizma yaygındır (Altherr vd., 2008; Topuz vd., 2010; Eyüboğlu, 2010; Gülmez vd., 2016; Aydınçakır, 2016). Anatoli-Torid bloklarının çarpışması Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde gerçekleşmiştir (Okay ve Şahintürk, 1997; Dilek, 2006). Doğu Pontidler'de Erken Eosen adakitik ve adakitik olmayan kayaçların varlığı (Topuz vd., 2005, 2011; Karslı vd., 2011; Eyüboğlu vd., 2013; Arslan vd. 2013; Aydınçakır, 2014; Temizel vd. 2014), yay-kıta çarpışmasının son evresini temsil

eder. Bölgede, Eosen dönemi çarpışma sonrası kalk-alkalen volkanik kayaçlar ile yüksek-K kalk-alkalen ve şoşonitik plütonlar ile temsil edilir (Arslan vd., 1997; Boztuğ vd., 2004; Topuz vd., 2005; Karslı vd., 2007, Eyüboğlu vd., 2013; Temizel vd., 2012; Yücel vd., 2014; Ayınçakır ve Şen, 2013; Kaygusuz ve Öztürk, 2015; Kaygusuz ve Şahin, 2016; Kaygusuz vd. 2011, 2018, 2019). Bölgede Eosen sonrasında kırıntılı kayaçlar ile Neojen yaşlı alkalen volkanik kayaçlar yaygındır (Okay ve Şahintürk, 1997; Aydın vd., 2008; Arslan vd., 2013; Yücel vd., 2017). Bölgenin en yaşlı kayaçlarını Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlar oluşturur.

İnceleme alanı Doğu Pontidlerin Kuzey-Güney Zonu geçişine yakın olup, Güney Zon içinde yer alır. Yörede, Paleozoyik'ten Tersiyer sonuna kadar değişik yaşta ve farklı litolojide birimler gözlenir (Şekil 2).



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın çevresine ait jeoloji haritası (Güven, 1993; Vural ve Kaygusuz, 2016'dan değiştirilerek).

İnceleme alanındaki en yaşlı birimleri Permo-Karbonifer yaşlı granitler oluşturur. Bu taban kayaçları Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul kayaçlar (Zimonköy Formasyonu) tarafından aşınma uyumsuzluğu ile üzerlenir. Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu bu birimler üzerine uyumlu olarak gelirler. Üst Kretase yaşlı kayaçlar Kermutdere Formasyonu ile temsil edilirler. Bu formasyon tabanda kumlu kireçtaşları ile başlamakta, şarap kırmızısı renkli kırmızı kireçtaşları ile devam etmekte ve volkano-tortul seriler ile son bulmaktadır. Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu, Kretase yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelmekte olup, andezit ve piroklastitler ile ara katkılı tortullardan oluşurlar. Tüm bu birimler Lutesiyen (44 My) yaşlı Avliyana Granitoyidi tarafından kesilmişlerdir

(Şekil 4). İnceleme alanının en genç birimlerini Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve güncel travertenler oluşturur.

Avliyana Granitoyidi'ne ait kayaçlarda U-Pb SHRIMP zirkon yöntemi ile yapılan yaş analizlerinde 44-45 My yaş aralığı Vural ve Kaygusuz (2016) tarafından elde edilmiştir.

3. Analiz Yöntemleri

Arazi çalışmalarında, önceki jeolojik haritalardan (Güven, 1993; MTA, 2002) faydalanılarak yörenin 1/25000 ölçekli detay jeolojik haritası revize edilmiş ve incelenen Avliyana Granitoyidi'ndan petrografik ve jeokimyasal amaçlı kayaç örnekleri alınmıştır. Alınan örneklere ait incekesitler, Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İncekesit Laboratuarı'nda hazırlanmıştır. Bu kesitler polarizan mikroskopta incelenerek, kayaçların mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiştir. Modal analizler için Swift nokta sayacı kullanılmış ve her bir kesitte yaklaşık 450-500 nokta sayılmıştır.

Petrografik incelemeler sonucunda seçilen ayrışmamış ve taze kayaç örnekleri, Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama ve Öğütme laboratuvarında çeneli kırıcı ve halkalı öğütücü ile yaklaşık 200 mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmiştir.

Hazırlanan 10 adet örneğin tüm-kaya jeokimya analizleri Kanada'da ACME Analitik Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Ana ve iz element analizleri, 0.2 gr toz kayaç örneğinin önce 1.5 gr $LiBO_2$, sonra 100 ml %5 HNO_3 ile çözündürülmesi ve eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresinde (ICP-AES) analiz edilmesi ile belirlenmişlerdir. Nadir toprak elementler ise 0.25 gr toz kayaç örneğinin dört farklı asit içerisinde çözdürülmesinden sonra indüksiyonlu eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilmişlerdir. Ateşte kayıp (AK), örnekler 1000 ^oC'de yakıldıktan sonra ağırlık farkından hesaplanmıştır.

4. Bulgular

4.1. Arazi gözlemleri

Avliyana Granitoyidi, uzun ekseni kuzeybatı-güneydoğu istikametinde uzanım gösteren yaklaşık elips şekilli bir plüton olup (Şekil 4), bu sahada tam bir devamlılık göstermemekle birlikte, altere kısımlarla beraber yaklaşık 15 km^2 lik bir alanda yüzeyleme vermektedir. Avliyana Köyünün GB'sında Yılanlı Yayla ve yakın civarında yüzeylenir. Avliyana Granitoyidi inceleme alanındaki tüm birimleri kesmiştir. Ayrıca dokanaklarda yer yer hornfelsler ve skarn zonları gelişmiştir. Granitoyid genelde sağlam bir görünüme sahiptir (Şekil 16).

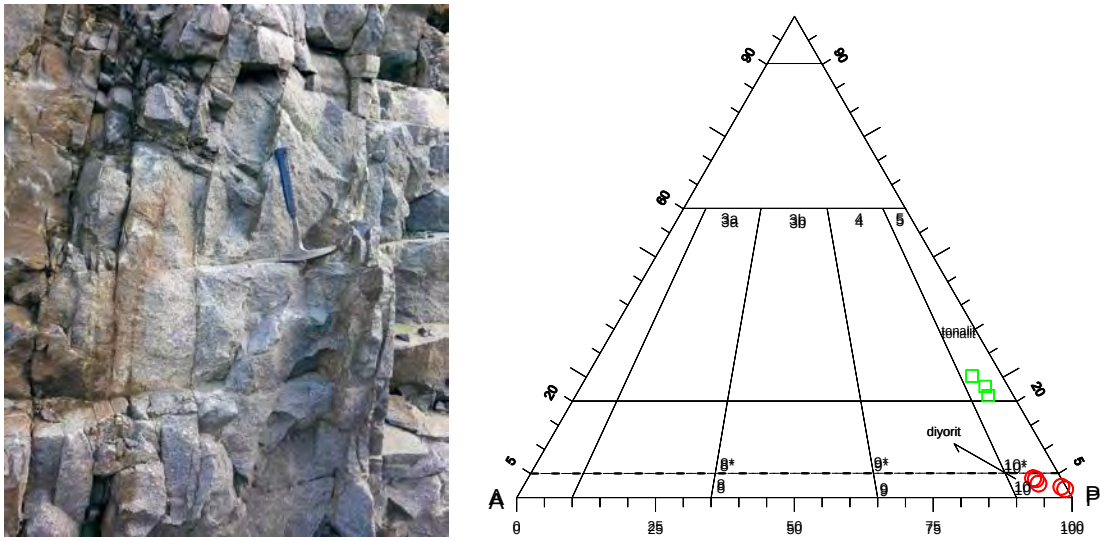
4.1. Petrografik özellikler

Avliyana Granitoyidini oluşturan kayaçların petrografik özellikleri ve modal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Avliyana Granitoyidine ait kayaç örneklerinin modal analiz değerleri KAP diyagramına (Streickeisen, 1976) aktarıldığında, plütonun diyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülür (Şekil 3).

Avliyana Granitoyidini oluşturan kayaçlar mikroskopik incelemelerde, tüm kristalli, orta-iri taneli, poikilitik, yer yer de mikrografik doku gösterirler. Başlıca mineralleri plajiyoklas (% 48-71), kuvars (% 1-19), ortoklas (% 1-4), hornblend (% 11-24), biyotit (% 2-6), piroksen (% 1-15) ve opak mineraller (% 3-8) minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 3, Tablo1). Aksesuar minerallerini apatit ve zirkon; ikincil mineralleri de serizit, klorit, kalsit, epidot ve kil mineralleri oluşturur (Tablo 1).

Tablo 1. Avliyana Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların petrografik özellikleri ve modal analiz değerleri.

Örnek No	diyorit					tonalit		
Örnek No	T 813	T 813	58.00	GE-6	GE-5	H-3	H-4	T 813
Doku	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli
Tane boyu	İnce-orta	İnce-orta	İnce-orta	İnce-orta	İnce-orta	İnce-orta	İnce-orta	İnce-orta
Modal mineraller (%)								
Plajiyoklas	70.60	69.45	68.93	50.60	47.50	59.41	56.91	52.90
Kuvars	2.21	2.89	3.05	0.90	1.10	16.95	18.05	19.25
Ortoklas	3.52	3.51	3.79	0.50	0.60	3.60	3.20	4.11
Hornblend	18.30	16.00	18.75	23.70	25.80	11.35	12.20	16.10
Biyotit	1.80	3.50	1.95	1.80	2.70	5.10	6.10	2.50
Piroksen	0.45	0.82		14.50	14.80			
Opak mineraller	3.60	3.60	3.75	8.30	7.80	3.10	3.20	4.80
Aksesuar mineraller	Apatit, zirkon							
İkincil mineraller	Serizit, klorit, kalsit, epidot, kil mineralleri							

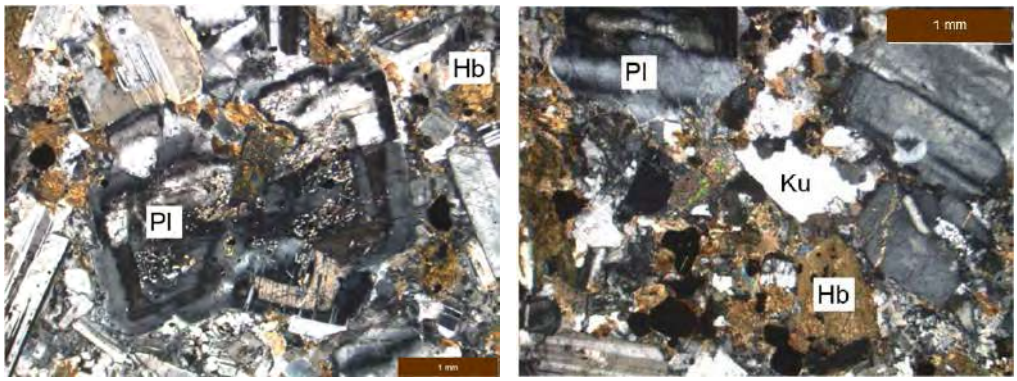


Şekil 3 (a) Avliyana Granitoyidi'nin arazi görünüm, (b) Avliyana Granitoyidi'ni oluşturan kayaç örneklerinin QAP diyagramındaki konumları (Streckeisen, 1976).

Diyoritler Avliyana Granitoyidi'nin genelde kenar kısımlarında gözlenen kayaç türü olup, granitoyidin büyük bir bölümünü oluştururlar (Şekil 2). Genellikle koyu gri, gri renklerdedir. Makroskopik olarak plajiyoklas ve hornblend mineralleri tanınabilmektedir. Mikroskobik olarak ince-orta taneli, yer yer porfirik dokuda olup başlıca plajiyoklas (% 48-71), ortoklas (% 1-4), kuvars (% 1-3), hornblend (% 16-26), biyotit (% 2-4), piroksen (% 1-15) ve opak minerallerinden (% 4-8) oluşmaktadır (Tablo 1, Şekil 3b). Plajiyoklaslar öz ve yarı öz şekilli, polisentetik ikizlenmeli ve zonlu yapıda olup halkalı zonlanma yaygın olarak görülür. Bileşimlerinin andezin (An_{32-36}) olduğu belirlenmiştir. Kuvarslar özşekilsiz olarak ortoklasla birlikte diğer minerallerin arasını doldururlar. Bazı kuvars kristalleri dalgalı sönme gösterirler. Öz şekilsiz ve küçük kristalli ortoklasların bazılarında karlspad ikizi, bazılarında da pertitik yapı gözlenir. Hornblend öz ve yarı öz şekilli hem iri hem küçük kristaller halinde görülür. Bazı mineraller plajiyoklas ve opak mineral inklüzyonları içerirler. Pleokroizma renkleri; kahverengimsi yeşil-açık sarımsı yeşildir. C eksenine dik kesitlerde birbirine yaklaşık 57 derecelik açılar yapan dilinimler belirgin olarak görülmektedir. Bazı minerallerde de tek

yönde dilinimler belirgindir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde yaklaşık 23-25 derece arasında sönme açıları gösterirler. Genelde kalsite ayrışmış ve kenar kısımlarda opak mineraller gelişmiştir. Biyotit, genellikle küçük prizmatik kristaller halinde bulunurlar. (001) yüzeyine paralel dilinimler belirgin olup, bu dilinimlere göre dik sönmelidir. Pleokroizma koyu kahverengi-sarımsı kahverengidir. Piroksenler yarı öz şekilli olup, bazı kesitlerde ve az olarak gözlenirler. Maksimum sönme açıları 33 derecedir. Mineraller dilinimleri ve kırıkları boyunca kloritleşmiştir. Küçük iğnemsi, özşekilli kristaller halindeki apatitler plajiyoklasların üzerinde görülürler. Renksiz ve berrak bir görünüme sahip olup uzantıya paralel kesitler paralel sönmeli ve negatif uzantılıdır. Küçük, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz opak mineraller az oranda bulunurlar (Şekil 18).

Tonalitler, Avliyana Granitoyidi'nin genelde merkezi kısımlarında olup yayılımı azdır. Genellikle açık-koyu gri, yeşilimsi gri-siyah renklerdedir. Mikroskobik incelemelerde ince-orta taneli, yer yer porfirik dokulu olup, plajiyoklas (% 53-59), kuvars (% 17-19), ortoklas (% 3-4), hornblend (% 11-16), biyotit (% 3-6) ve opak minerallerinden (% 3-5) oluşmaktadır (Tablo 3, Şekil 17).



Şekil 4. (a) Diyoritlerde gözlenen zonlu plajiyoklas kristalleri, (b) Tonalitlere ait taneli doku ve zonlu plajiyoklas kristalleri (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, Hb: Hornblend, Bi: Biyotit)

Plajiyoklaslar öz ve yarı öz şekilli hem iri hem de küçük kristaller şeklinde olup, bazılarında elek dokusu vardır. Oligoklas (An_{22-27}) bileşimindedirler. Bazı plajiyoklaslarda kısmen serizitleşme gözlenmiştir. Kuvarslar iri ve küçük, öz şekilsiz kristaller halinde bulunurlar. Bazı minerallerde dalgalı sönme görülür. Öz şekilsiz ortoklasların bazılarında karlspad ikizi, bazılarında da pertitik yapı gözlenir. Hornblendler öz ve yarı öz şekilli olup, pleokroizma renkleri kahverengimsi yeşil-açık sarımsı yeşildir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde yaklaşık 24-25 derece arasında sönme açıları gösterirler. Bazıları kırıklı yapıda ve kısmen kloritleşmiştir. Biyotitler hornblendlere oranla daha az olup, genellikle küçük prizmatik kristaller halindedir bulunurlar. (001) yüzeyine paralel dilinimler belirgin olup, bu dilinimlere göre dik sönmelidir. Pleokroizma koyu kahverengi-sarımsı kahverengidir. Tali mineraller, zirkon ve apatit minerallerinden oluşurlar. Değişen boyutlarda ve öz şekilsiz opak mineraller az oranda gözlenirler (Şekil 4).

5. Avliyana Granitoyidi'nin Jeokimyasal Özellikleri

Avliyana Granitoyidi'ne ait 10 adet örneğin tüm-kayaç ana ve iz element analiz sonuçları Tablo 2'de, nadir toprak element analiz sonuçları da Tablo 3'de verilmiştir. Granitoyidi oluşturan kayaç örneklerin SiO_2 değerleri (% 57-64) arasında değişim gösterir. Örneklerin K_2O/Na_2O oranları 0.54-1.03 arasında değişirken, A/CNK (molar $Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$) değerleri 0.82-0.98 arasında, magnezyum numaraları (Mg#) [100 x ($MgO/MgO + Fe_2O_{3T}$)] ise 47-54 arasında değişir (Tablo 2).

Tablo 2. Avliyana Granitoyidi'na ait kayaçların ana (%) ve iz element (ppm) analizleri.

	diyorit					tonalit				
EOSEN	AVL-13	GT-24	GT-11	GT-32	GT-33	AVL-12	AVL-1	AVL-16	AVL-18	AVL-11
SiO_2	56.85	57.13	57.46	57.99	59.98	60.07	60.45	61.41	62.36	64.12
TiO_2	0.97	0.82	0.73	0.70	0.70	0.68	0.78	0.54	0.50	0.38
Al_2O_3	17.57	16.80	16.79	16.97	16.58	16.89	16.55	15.98	16.43	16.88
Fe_2O_3	8.12	8.85	7.87	7.73	6.91	6.43	6.14	5.77	4.84	2.51
MnO	0.16	0.16	0.10	0.13	0.11	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08
MgO	3.27	3.64	3.65	3.20	2.87	2.79	2.44	2.95	2.21	1.34
CaO	7.22	6.73	6.80	6.06	5.56	6.02	5.28	4.87	4.22	6.04
Na_2O	3.02	2.88	3.16	3.33	3.14	3.20	3.45	3.05	3.28	3.55
K_2O	1.63	1.87	2.06	2.11	2.28	2.57	2.61	3.11	3.39	3.49
P_2O_5	0.26	0.22	0.17	0.20	0.16	0.16	0.19	0.10	0.12	0.10
LOI	0.70	0.80	0.90	1.40	1.50	0.80	1.80	1.90	1.60	1.10
Toplam	99.77	99.90	99.69	99.82	99.79	99.74	99.81	99.78	99.04	99.59
Co	18.30	18.90	9.50	15.40	10.10	14.00	12.10	14.30	17.00	4.20
Ni	5.50	13.50	10.20	6.70	8.40	4.60	3.30	7.30	5.20	1.90
V	172.00	175.00	187.00	137.00	137.00	150.00	124.00	124.00	106.00	61.00
Cu	56.10	48.10	90.10	33.90	37.80	48.40	35.80	14.00	553.60	12.20
Pb	17.10	8.30	12.40	6.70	6.40	7.10	6.70	8.00	12.50	24.70
Zn	68.00	58.00	36.00	41.00	32.00	50.00	39.00	27.00	16.00	35.00
W	1.40	1.00	0.60	1.00	0.70	0.50	1.30	0.50	38.10	1.50
Rb	52.10	61.30	52.10	64.50	78.30	64.80	76.70	94.60	98.40	79.10
Ba	455.00	474.00	624.00	505.00	511.00	633.00	701.00	627.00	1197.00	991.00
Sr	478.30	417.30	435.00	409.90	380.40	391.60	423.40	276.50	368.50	217.00
Ta	0.50	0.50	0.40	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.80	0.40
Nb	7.60	6.80	6.80	6.00	8.30	7.10	9.90	7.20	9.70	5.60
Hf	3.50	3.30	3.40	3.30	4.10	4.40	5.40	3.80	4.40	3.00
Zr	120.00	137.20	120.20	132.70	157.40	163.80	202.10	134.00	144.20	114.00
Y	20.70	24.50	22.50	25.40	25.60	24.20	28.90	23.40	24.40	13.10
Th	7.20	6.40	6.40	5.60	8.70	9.40	9.40	19.50	18.80	9.70
U	1.90	1.40	1.70	1.20	1.90	2.30	1.90	4.10	3.90	2.50
Ga	15.10	16.60	15.50	15.50	17.80	15.60	16.50	15.00	13.20	12.30
Mg #	46.99	47.52	50.52	47.68	47.76	48.86	46.66	52.95	50.13	54.03
K_2O/Na_2O	0.54	0.65	0.65	0.63	0.73	0.80	0.76	1.02	1.03	0.98
Nb/Ta	15.20	13.60	17.00	12.00	16.60	11.83	16.50	12.00	12.13	14.00
A /CNK (ASI)	0.88	0.88	0.85	0.90	0.93	0.89	0.91	0.93	0.98	0.82

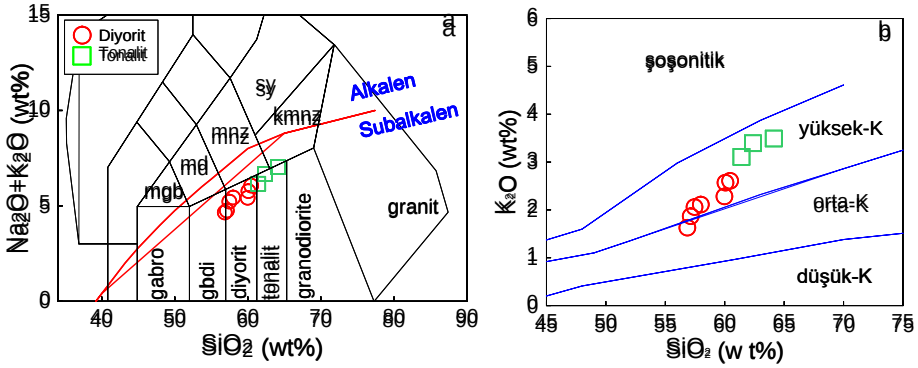
Mg#=100xMgO/(MgO+$Fe_2O_3^T$). A/CNK=Mol Al_2O_3/(CaO+NaO+K_2O). Fe_2O_3: Toplam demir.

Tablo 3. Avliyana Granitoyidi'ne ait kayaçların nadir toprak element (ppm) analizleri.

	diyorit					tonalit				
EOSEN	AVL-13	GT-24	GT-11	GT-32	GT-33	AVL-12	AVL-1	AVL-16	AVL-18	AVL-11
La	20.90	21.10	19.10	23.60	27.30	24.00	27.20	27.80	42.60	24.00
Ce	42.30	47.40	40.20	48.70	53.60	46.70	56.70	54.30	82.30	41.60
Pr	4.88	5.14	4.79	5.50	6.05	5.52	6.50	5.90	8.48	4.18
Nd	19.60	22.10	19.90	22.20	23.90	20.80	26.60	22.70	30.30	13.80
Sm	3.98	4.40	4.47	4.53	4.95	4.46	5.54	4.57	5.34	2.56
Eu	1.10	1.07	1.03	1.12	0.98	1.13	1.31	0.91	0.94	0.84
Gd	4.26	4.66	4.35	4.42	4.64	4.68	5.48	4.32	4.62	2.38
Tb	0.66	0.69	0.67	0.71	0.72	0.74	0.91	0.76	0.72	0.38
Dy	3.93	4.04	4.07	4.38	4.31	4.17	5.19	4.31	4.13	2.24
Ho	0.78	0.85	0.78	0.87	0.85	0.90	1.07	0.88	0.80	0.52
Er	2.30	2.48	2.32	2.54	2.62	2.58	3.28	2.60	2.42	1.53
Tm	0.33	0.38	0.36	0.38	0.40	0.40	0.44	0.41	0.34	0.24
Yb	2.33	2.51	2.52	2.69	2.52	2.42	3.24	2.65	2.56	1.56
Lu	0.36	0.38	0.39	0.39	0.39	0.43	0.46	0.40	0.37	0.27
(Eu/Eu*)n	0.81	0.72	0.71	0.76	0.62	0.75	0.72	0.62	0.57	1.02

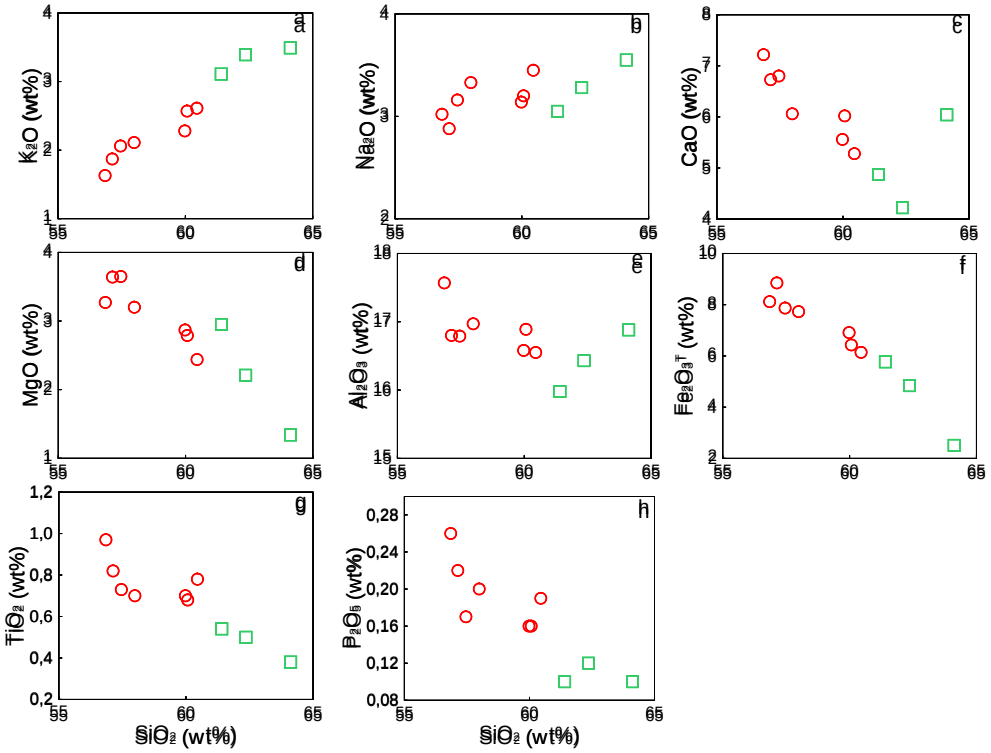
(La/Lu)n	6.01	5.75	5.07	6.27	7.25	5.78	6.12	7.20	11.92	9.20
(La/Yb)n	6.06	5.68	5.12	5.93	7.32	6.70	5.67	7.09	11.24	10.40
$Eu^*=(Sm+Gd)_N$ /2										

Jeokimyasal analizler SiO_2'ye karşı (Na_2O+K_2O) diyagramına aktarıldığında, örneklerin sub-alkalen karakterli diyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülür (Şekil 5a). SiO_2'ye karşı K_2O diyagramında örnekler orta-yüksek potasyum içeriğine sahiptirler (Şekil 5b). Avliyana Granitoyidi'na ait kayaç örnekleri metalümin karakterli olup, ASI (A/CNK) değerleri 0.85-0.98 arasında değişir (Tablo 2).



Şekil 5. Avliyana Granitoyidi'ne ait örneklerin (a) SiO_2-(Na_2O+K_2O) sınıflama diyagramı (Middlemost, 1994), (b) SiO_2-K_2O diyagramı (Le Maitre vd., 1989).

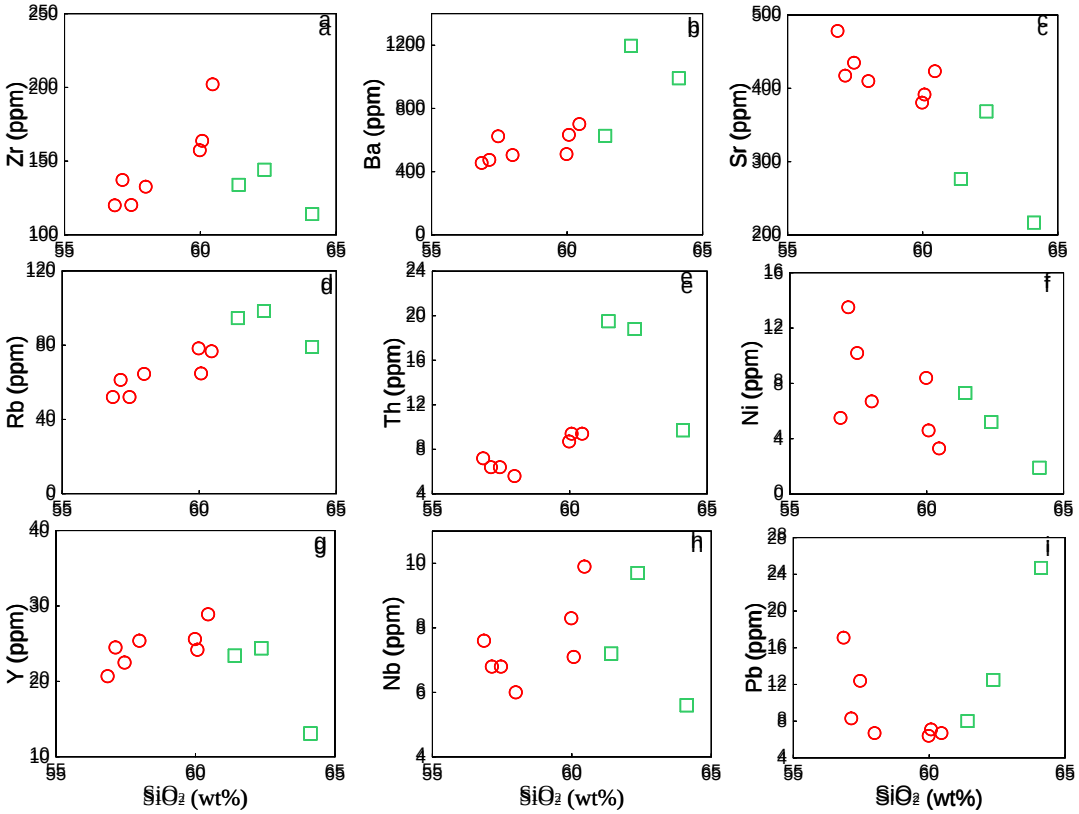
Ana element değişim diyagramlarında SiO_2'ye karşı CaO, MgO, Al_2O_3, $Fe_2O_3^T$, TiO_2 ve P_2O_5 arasında negatif bir ilişki gözlenirken (Şekil 6), SiO_2 ile K_2O ve Na_2O arasında pozitif bir korelasyon görülür.



Şekil 6. Avliyana Granitoyidi'ne ait kayaçlarda SiO_2'ye karşı ana element değişimleri.

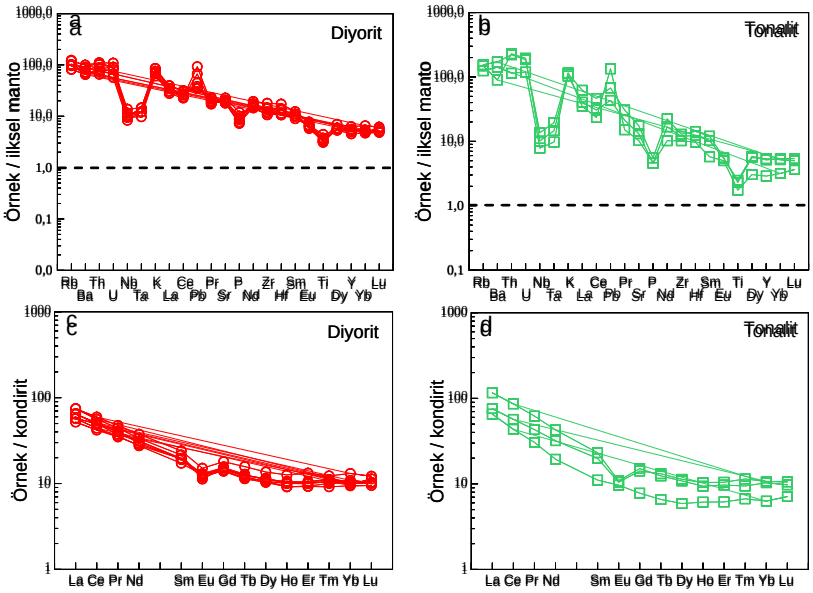
İz element değişim diyagramlarında ise SiO_2 attıkça Rb, Ba ve Th pozitif bir korelasyon gösterirken Sr ve Ni'de ise negatif bir korelasyon görülür (Şekil 7). Kayaçlarda gözlenen iyi

derecede korelasyonlar, bu kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristalleşmenin önemli bir rol oynadığını gösterir.



Şekil 7. Avliyana Granitoyidi'ne ait kayaçlarda SiO_2'ye karşı iz element değişimleri.

İlksel mantoya göre normallize edilmiş iz element dağılım diyagramında (Şekil 8a ve b), örneklerde genellikle zenginleşme görülür. Bu zenginleşme özellikle büyük iyon yarıçaplı elementlerde (LILE) (Ba, Rb, Th, U) daha fazladır.



Şekil 8. Avliyana Granitoyidi'ne ait kayaçların a) ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989), b) kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element dağılımları.

Özellikle Th ve Rb gibi elementlerde gözlenen zenginleşme kabuk etkisine işaret eder (Şekil 8a ve b). İncelenen kayaçlarda Nb, Ti, Ta ve P'da belirgin negatif bir anomali gözlenir. Negatif Nb anomalisi, yitim bileşeni ve/veya kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilir.

Kayaçların kondirite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (Şekil 8c ve d) dikkate alındığında, tüm örnekler genellikle birbirlerine paralellik gösterirler. Bu durum, plütonu oluşturan kayaçların aynı kökenden türediklerini gösterir. Kayaçlarda hafif nadir toprak elementler, orta ve ağır nadir toprak elementlere nazaran daha fazla zenginleşme gösterirler. Bu zenginleşme tonalitlerde daha belirgindir. Örneklerin $(La/Lu)_N$ değerleri 5.07-11.92 arasında olup, negatif Eu anomalisi ($Eu/ Eu^*_{(n)}$ = 0.57-1.02) gösterirler (Şekil 8c ve d).

9. Sonuçlar

1. Avliyana Granitoyidi diyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluşmuş olup, başlıca plajiyoklas, kuvars, ortoklas, hornblend, biyotit, piroksen ve Fe-Ti oksit minerallerini içerir.
2. Avliyana Granitoyidi, genel olarak I-tipi, orta-yüksek K'lu kalk-alkalen ve metalümin karakterlidir.
3. Ana ve iz element değişimleri, granitoyidi oluşturan kayaçların gelişiminde plajiyoklas, piroksen, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu gösterir.

10. Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 113Y382) tarafından desteklenmiştir.

11. Kaynaklar

Ağar, Ü. 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, 59 s, İstanbul.

Altherr, R., Topuz, G., Siebel,W., Şen, C., Meyer, H.P., Satır, M. 2008. Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic characteristics of Paleocene plagioleucitites from the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 105, 149–161.

Arslan, M. ve Aslan, Z., 2006, Mineralogy, Petrography and Whole-rock Geochemistry of the Tertiary Granitic Intrusions in the Eastern Pontides (Turkey), Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177–193.

Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Kolaylı, H., Yücel, C., Boztuğ, D., Şen, C. 2013. ^{40}Ar-^{39}Ar dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): Implications for magma evolution in extension-induced origin, Contributions to Mineralogy and Petrology, 166, 113–142.

Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Kurt, H., 1997, Geochemistry and petrogenesis of the eastern Pontide volcanic rocks, Northeast Turkey: Chemie der Erde, 57, 157–187.

Atherton, M.P., Petford, N., 1993, Generation of Sodium-Rich Magmas from Newly Underplated Basaltic Crust, Nature, 362, 144–146.

Aydın, F., Karslı, O., Chen, B. 2008. Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post–collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, Lithos, 104, 249–266.

Aydınçakır, E., 2014, The Petrogenesis of Early-Eocene non-adakitic volcanism in NE Turkey: Constraints on geodynamic implications: Lithos, 208, 361–377.

Aydınçakır, E., 2016. Subduction-related Late Cretaceous high-K volcanism in the Central Pontides orogenic belt: Constraints on geodynamic implications, Geodinamica Acta, 28(4), 379-411.

Aydınçakır, E., Şen, C. 2013. Petrogenesis of the post-collisional volcanic rocks from the Borçka (Artvin) area: implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 172-173, 98–117.

Boynukalın, S. 1990. Dereli (Giresun) baraj yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi ve çevre kayaçlarının jeomekanik özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Boztug, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I., İskenderoğlu, A., 2006. Geochemical Characteristics of the Composite Kaçkar Batholith Generated in A Neo-Tethyan Convergence System, Eastern Pontides, Turkey. J. Asian Earth Sci. 27, 286-302.

Boztuğ, D., Jonckheere, R.C, Wagner, G.A., Yeğingil, Z. 2004. Slow Senonian and fast Paleocene-early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: Apatite fission-track results, Tectonophysics, 382, 3–4, 213–228.

Çoğulu, E., 1975, Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar. İ.T.Ü. Yayım, 1034, İstanbul, 112 s.

Dilek, Y. 2006. Collision tectonics of the Eastern Mediterranean region: Causes and consequences, Geological Society of America, Special Paper, 409, 1–13.

Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model fort he Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse Composite Pluton. Gondwana Research 19, 926-944.

Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karslı O., Siebel, W., Derman A.S., Turan, M., 2017. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere. The Journal of Geology, 0022-1376.

Dokuz, A., Karslı, O., Chen, B., and Uysal, İ., 2010, Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides: Tectonophysics, 480, 259–279.

Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, MMLS Tezi, KÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey. International Geology Review, 52 (2-3), 142-186.

Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Dudas, F.O., Santosh, M., Akaryali, E., 2011, Transition From Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Slab Window Melting, Gondwana Research, 19, 413–429.

Eyüboğlu, Y., Dudas F.O., Santosh, M., Y.I.K., Kwon, S., Akaryali, E., 2013, Petrogenesis and U-Pb Zircon Chronology of Adakitic Porphyries Within the Kop Ultramafic Massif (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey), Gondwana Research, (in press).

Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O., Thorkelson, D., Zhu, D.C., Liu, Z., Chatterjee, N., Yi, K., Santosh, M., 2017, Eocene granitoids of northern Turkey: Polybaric magmatism in an evolving arc–slab window system: Gondwana Research, 50, 311–345.

Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F,O., Akaryalı, E., Chung, S,L., Akdağ, K., Bektaş, O.,2013. The Nature of Transition from Adakitic to non-adakitic Magmatism in a Slab- Window Setting: A Synthesis From the Eastern Pontides, NE Turkey. Geosci. Front. 4, 353-375.

Gülmez, F., Genç, Ş.C., Prelević, D., Tüysüz, O., Karacık, Z., Roden, M.F., Billor, Z., 2016, Ultrapotassic volcanism from the waning stage of the Neotethyan subduction: a key

study from the İzmir–Ankara–Erzincan suture belt, Central Northern Turkey: Journal of Petrology, 57 (3), 561–593.

Güven, İ.H., 1993, Doğu Pontidlerin 1:25000 ölçekli kompilasyonu: MTA Genel Müdürlüğü, Ankara (unpublished).

Kandemir, R., Yılmaz, C. 2009. Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean, Journal of Asian Earth Sciences, 34, 586–598.

Karslı, O., Chen, B., Aydın, F., Şen, C., 2007, Geochemical and Sr-Nd-Pb Isotopic Compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications for Magma İnteraction in the Genesis of High-K Calc-Alkaline Granitoids in a Postcollision Extensional Setting, Lithos, 98, 67–96.

Karslı, O., Dokuz A, and Kandemir, R., 2017, Zircon Lu-Hf isotope systematics and U-Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gokçedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere: Contributions to Mineralogy and Petrology, 172, 1–31.

Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010, Relative Contributions of Crust and Mantle to Generation of Campanian High-K Calc-Alkaline I-Type Granitoids in a Subduction Setting, With Special Reference to the Harşit Pluton (Eastern Turkey), Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 467–487.

Karslı, O., Uysal, İ., Ketenci, M., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., 2011. Adakite-like Granitoid Porphyries in Eastern Pontides, NE Turkey: Potential Parental Melts and Geodynamic Implications. Lithos 127, 354-372.

Kaygusuz, A., Chen, B., Aslan, Z, Siebel, W., Şen, C., 2009. U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of the Early Cretaceous I-Type Sarıosman Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 549–581.

Kaygusuz, A, Aydınçakır, E., 2011, Petrogenesis of a Late Cretaceous Composite Pluton from the Eastern Pontides: the Dağbaşı Pluton, NE Turkey, Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 188/3, 211–233.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Sipahi, F., İlbeyli, N., 2012, Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, eastern Pontides, Turkey. International Geology Rew, 54 (15), 1776–1800.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Şen, C. 2011. Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of post-collisional calc-alkaline volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137–159.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., 2016. U-Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution. Gondwana Research, 39, 327–346.

Kaygusuz, A., Merdan Tutar, Z., Yücel, C., 2017, Mineral chemistry, crystallization conditions and petrography of Cenozoic volcanic rocks in the Bahçecik (Torul/Gümüşhane) area, Eastern Pontides (NE Turkey): Journal of Engineering Research and Applied Science, 6 (2), 641–651.

Kaygusuz, A., Öztürk, M., 2015. Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontide, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism. Journal of Asian Earth Sciences, 108, 97-116.

Kaygusuz, A., Siebel, W., İlbeyli, N., Arslan, M., Satır, M., Şen, C., 2010, Insight Into Magma Genesis at Convergent Plate Margins – A Case Study From the Eastern Pontides (NE Turkey), Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 187/3, 265– 287.

Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C., Satır, M., 2008, Petrochemistry and Petrology of I-Type Granitoids in an Arc Setting: The Composite Torul Pluton, Eastern Pontides (NE Turkey), International Journal of Earth Sciences, 97, 739 –764.

Kaygusuz, A., Şahin, K., 2016. Petrographical, geochemical and petrological characteristics of Eocene volcanic rocks in the Mescitli area, Eastern Pontides (NE Turkey), Journal of Engineering Research and Applied Science, 5 (2), 473-486.

Kaygusuz, A., Yücel, C., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., Çakmak, G., Güloğlu, Z.S., 2018, Petrography, mineral chemistry and crystallization conditions of Tertiary plutonic rocks located to the north of Bayburt (Eastern Pontides, Turkey): Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 157, 75–102.

Kaygusuz, A., Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ., Yi, K., Jeong, Y-J., Siebel, W., Sipahi, F., 2019. Eocene I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Insights into magma genesis and magma-tectonic evolution from whole-rock geochemistry, geochronology and isotope systematics, International Geology Review. doi.org/10.1080/00206814.2019.1647468.

Ketin, İ., Canıtez, N. 1972. Yapısal jeoloji, İ.T.Ü Matbaası, Gümüşsüyü, 869, 520s.

Le Maitre. R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J.. Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., Zanettin, B., 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 193 pp.

Middlemost, E.A.K., 1994, Naming Minerals in the Magma/Igneous Rock System, Earth Sciences Review, 37, 215–224.

MTA, 2002. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea ve Surrounding Region, AAPG Mem, 68, 291-311.

Pelin, S. 1977. Alucra (Giresun) Güneydogu yöresinin petrol olanakları bakımından jeolojik incelenmesi, K.TÜ. Yayınları, 87, 103s, Trabzon.

Saydam Eker, C., Sipahi, F. ve Kaygusuz A., 2012. Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE, Turkey, Chemie der Erde, 72, 167-177 pp.

Sipahi, F., Akpınar, İ., Saydam Eker, Ç., Kaygusuz, A., Vural, A., ve Yılmaz, M., 2017, Formation of the Eğrikar (Gümüşhane) Fe–Cu skarn type mineralization in NE Turkey: U–Pb zircon age, lithogeochemistry, mineral chemistry, fluid inclusion, and O-H-C-S isotopic compositions: Journal of Geochemical Exploration, 182, 32–52.

Streckeisen, A., 1976, To Each Plutonic Rock its Proper Name, Earth Sciences Review, 12, 1-33.

Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989, Chemical and Isotope Systematicsof Oceanic Basalts; Implication for Mantle Compositionsand Processes. in: Saunders AD, and Nory MJ, (eds.): Magmatismin the Ocean Basins, Geological Society of London, Special Publication, 42, 313–345.

Şen, C. 2007. Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: Is it rift related or subduction related? Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 523–539.

Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985, The Continental Crust; its Composition and Evolution Geoscience Text, Blackwell Scientific Publication.

Temizel, İ., Abdioğlu Yazar, E., Arslan, M., Kaygusuz, A., and Aslan, Z., 2018, Mineral chemistry, whole-rock geochemistry and petrology of Eocene I-type Shoshonitic plutons in the Gölköy area (Ordu, NE Turkey): Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 157, 121-152.

Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G., Peucat, J.J. 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr–Nd isotopic systematics of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: implications for extension–related origin and mantle source characteristics, Lithos, 128, 126–147.

Temizel, İ., Arslan, M., Yücel, C., Abdioğlu Yazar, E., Kaygusuz, A., Aslan, Z., 2019, U-Pb geochronology, bulk-rock geochemistry and petrology of Late Cretaceous syenitic plutons in the Gölköy (Ordu) area (NE Turkey): Implications for magma generation in a continental arc extension triggered by slab roll-back: Journal of Asian Earth Sciences, 171, 305-320.

Temizel, İ, Arslan, M., Abdioğlu, E., Yücel, C. 2014. Mineral chemistry and thermobarometry of the Eocene monzogabbroic stocks from the Bafra (Samsun) area in Turkey: implications for disequilibrium crystallization and emplacement condition, International Geology Review, 56(10), 1226–1245.

Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. ve Meyer, H.P., 2007. Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex. Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 96, 861-873.

Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M., Dokuz, A., 2005, Post-Collisional Plutonism With Adakite-Like Signatures: the Eocene Saraycik Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey). Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441–455.

Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W.H., Zack, T., Hasözbek, A., Barth, M., Satır, M., Şen, C., 2010, Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: the Gümüşhane Pluton (NE Turkey), Lithos, 116, 92–110.

Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satir, M. ve Şen, C., 2011. Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 125, 131-150.

Ustaömer, T., Robertson, A.H.F., Ustaömer, P.A., Gerdes, A., and Peytcheva, I., 2013, Constraints on Variscan and Cimmerian magmatism and metamorphism in the Pontides (Yusufeli–Artvin area), NE Turkey from U–Pb dating and granite geochemistry: In: Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., (eds.), Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region: Geological Society of London Special Publications, 372, 49–74.

Vural, A. 2019. Evaluation of soil geochemistry data of Canca area (Gümüşhane, Turkey) by means of inverse distance weighting (Idw) and kriging methods-preliminary findings. Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 158, 195-216.

Vural, A., 2017. K-Ar Dating for determining the age of mineralization as alteration product: A case study of antimony mineralization vein type in granitic rocks of Gümüşhane area, Turkey. Acta Physica Polonica A, 132 (3), 792-795.

Vural, A., Çorumluoğlu, Ö., Sabri, İ., 2017. Remote sensing technique for capturing and exploration of mineral deposit sites in Gümüşhane metallogenic province, NE Turkey. Journal of the Geological Society of India, 90 (5), 628-633.

Vural, A., Erdoğan, M., 2014. Eski Gümüşhane Kırkpavli alterasyon sahasında toprak jeokimyası çalışması, Gümüşhane, Türkiye. GÜFBED/GUSTIJ, 4 (1), 1-15.

Vural, A., Kaygusuz, A., 2016. Avliyana (Torul-Gümüşhane) Antimonit Cevherleşmesinin Jeolojisi-Mineralojisi ve Kökeninin Araştırılması, TÜBİTAK PROJESİ, Proje No: 113Y382.

Yılmaz, S., Boztuğ, D., 1996, Space and Time Relations of Three Plutonic Phases in the Eastern Pontides (Turkey), International Geology Review, 38, 935–956.

Yılmaz, Y., 1972, Petrology and Structure of the Gümüshene Granite and Surraunding Rocks, North-Eastern Anatolia. PhD Thesis, University of London, 260 pp.

Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ., Yazar, E.A., and Ruffet, G., 2017, Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey): Gondwana Research, 45, 65–86.

Yücel. C., Arslan, M., Temizel, İ., and Abdioğlu, E., 2014, Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides, northeast Turkey: implications for pre-eruptive crystallization conditions and magma chamber processes. Mineralogy and Petrology, 108, 439–467.

PLANLAMA HİYERARŞİSİNDE FİZİKİ PLAN SINIRLARI VE PEYZAJ PLANLAMA

Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ[1], Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI[2], Arş. Gör. Merve ÜÇOK[2]

[1] Namık Kemal Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Tekirdağ

[2]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize

ÖZET

Planlama, bir bütünün parçası olarak doğal ortamın, olanaklarına (arazi potansiyeline) en uygun ve toplum açısından en yararlı şekilde kullanılmasını sağlamak amacı ile hazırlanan bir düzenleme ve geliştirme programıdır. Ülkemizde bu amaçla yapılan farklı tip ve ölçeklerde fiziki plan türleri bulunmaktadır. Ancak bu tip planların sonucunda üretilen kararların ve alınan önlemlerin yetersizliğinin ve uygulamaya aktarılmasında karşılaşılan zorlukların önemli bir nedenini, fiziki plan sınırlarının idari sınırlar olması bu tip plan sınırlarının doğal sınırlar olmamasıdır. Diğer bir değişle il sınırlarının doğal sınırlar ile örtüşmemesidir. Bu aşamada peyzaj planları, doğal ve kültürel kaynakları koruyarak insan istek ve gereksinimlerini gerçekleştirmek için mevcut ve planlanan kullanımlar arası ilişki ve çelişkilerin irdelendiği, en uygun ve öncelikli kullanım biçimlerinin belirlendiği büyük ölçekli planlara altlık oluşturan ekolojik ve teknik verilere göre hazırlanan planlardır.

Bu çalışmada, ülke planlamasında yapılan fiziki plan tipleri ile bu plan tiplerinin sınırları ortaya konularak, peyzaj planları sınırlarının ne olması gerektiğine dair öneriler getirilecektir.

Anahtar kelimeler: Fiziki Plan, Sınırlar, Peyzaj Planlama

PHYSICAL PLANNING BOUNDARIES AND LANDSCAPE PLANNING IN PLANNING HIERARCHY

ABSTRACT

Planning, the advantage of the natural environment as a part of a whole (the field potential) is the most suitable and prepared by governmental regulation and development programs in order to provide the most useful way for use. In our country there are different types of types of physical plans and scale for this purpose. However, this type of plan, the results produced in decisions and measures of disability and a major cause of the difficulties involved in transferring the application, that the administrative boundaries of the physical plan limit is not natural boundaries of such plan limits. In other words, the provinces not overlap with natural boundaries. At this stage, landscape plans, available to perform human wants and needs while preserving natural and cultural resources and the planned use of interpersonal relationships and contradictions that examined the most appropriate and forming base for the large-scale plan the prioritized usage patterns are plans prepared in accordance with ecological and technical data.

In this study, the country with the physical plan types made in planning the types of boundaries by putting forward this plan, recommendations on what should be the limits of the landscape plan will be introduced.

Keywords: Physical Plan, Boundaries, Landscape Planning

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasının sorunlarını çözmede farklı meslek disiplinlerinin yaklaşımı ve etkileşimi sorunlara akılcı çözümler getirmede önem arz etmektedir. Gelişen teknolojinin de etkisi ile klasik yaklaşımlar yerini modern yaklaşımlara bırakmıştır. Bu tip yaklaşımların katılımcı süreçlerle birlikte daha etkin ve doğru sonuçları ortaya koyduğu günümüz gerçeğidir. Bu çalışmaların ortaya konulduğu süreçlerin biride "planlama" dır. Planlama ile ilgili farklı meslekler tarafından yapılmış olan birçok tanımlama olmasına rağmen genel olarak, önceden belirlenmiş amaçları gerçekleştirmek için yapılması gereken işlerin saptanması ve izlenecek yolların seçilmesidir. Diğer bir deyişle, belirlenen bir amaca ulaşabilmek amacıyla önceden yapılan hazırlıklar, karar verme ve seçim yapma süreci olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile planlama, hedeflenen bir amacı gerçekleştirecek her türlü kaynak, yöntem ve eylemi geleceği de düşünerek gerçekçi bir yaklaşımla değerlendirmektir. Yapılan tanımların birçoğunda ortak nokta, planlamanın günümüz şartlarıyla beraber geleceği şimdiden görerek onu kontrol etme ve yönlendirme aracı olmasıdır. Buna bağlı olarak planlama, kaynakların sürdürülebilir anlamda kullanım ve dağıtım mekanizmasıdır. Burada amaç sınırlı kaynaklar ile sınırsız ihtiyaçlar arasında bir dengenin sağlanmasıdır. Bu amaca yönelik planlama sürece neyin, nasıl ve ne zaman yapılacağını ve bu süreçte kimlerin sorumlu olacağını kapsar. Bu nedenle geleceğe yönelik öngörü ve tahmin işlemi olarak adlandırılan planlama bir karar verme sürecidir. Sonuç olarak planlama, bir bütünün parçası olarak doğal ortamın, olanaklarına (arazi potansiyeline, sosyo ekonomik yapı, doğal ve kültürel vb.) en uygun ve toplum açısından sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacı ile hazırlanan bir düzenleme ve geliştirme programıdır diye tanımlanabilir. Bu aşamada planlamanın temeli, süreklilik, bütünsellik, bilimsellik, katılımcılık, eşitlik ilkeleri içermeli, kamu ve toplum yararı sağlamalıdır. Sonuç olarak, yukarıda açıklanan tanımlamalarla planlamanın çok geniş bir yelpazeye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Fiziksel planlama ise, belirli bir amacı veya sorunu ya da sorunlar bütününü çözmek amacıyla başlanan bir süreci temsil eder. Bu amaca ulaşmak için, bir yandan bu sorunların hangi yapısal ilişkiler bağlamında, neden ve nasıl ortaya çıktığı anlaşılmaya/ bilinmeye çalışılırken, diğer yandan da, bu bulguları irdeleyerek, sorunları çeşitli müdahale araçlarıyla nasıl çözebileceğini araştırır ve çeşitli senaryolar üretir. Farklı amaç ve sorunları çözmeye yönelik planlama çalışmaları ise planlar vasıtası ile aktarılır. Plan, hedeflenen bir amaca ulaşılmasını sağlayacak diyagram ve adımlardan oluşan dokümanlardır. Neyin ne zaman, niçin ve nasıl yapılacağını gösteren bir taslaktır (Üstündağ ve Şengün, 2011, Turoğlu, 2005).

Fiziksel planlamanın özellikleri:

Fiziksel Planlama, temel olarak, belirli amaçlar için hazırlanan planların fiziki ortam şartları dikkate alınarak gerçekleştirilmesi yaklaşımını kapsar.

Bu kapsam şu hedefleri içerir (Turoğlu, 2005);

- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak,
- Yatırımların ekonomik olmasının temini,
- Maddi ve manevi kayıpların yaşanmaması,
- Plan-projelerin geliştirilebilir, alternatifler üretilebilir olması,
- Sosyal, ekonomik ve doğal kaynak kullanımında eşitlik sağlaması,
- Doğal, kültürel ve tarihi mirasın koruma-kullanma dengesinin temini,
- Doğal hayatın, flora ve fauna tür, popülasyon ve dağılış özelliklerinin korunması,

Fiziksel planlamada kullanılan veri tipleri tüm fiziki mekâna ait doğal, kültürel, sosyo-kültürel ve ekonomik değerleridir. Burada kullanılacak veriler, fiziksel planlamanın hangi amaç için yapıldığına göre değişebilmektedir. Mekânın büyüklüğü ve kullanılacak ölçek ise fiziksel planlamanın amacına bağlıdır. Bu nedenle büyükten küçüğe ülke veya bir köy sınırları içerisinde fiziksel planlama yapılabilir.

Bu bildiri kapsamında, plan ve planlama kavramları ile Türkiye'de ki planlama hiyerarşisi ortaya konulacak, plan yapım sınırları tartışılarak, peyzaj planlarının gerekliliği ortay konulacaktır.

2. FİZİKİ PLAN HİYERARŞİSİ

1980'li yıllarda merkezi yönetimin yetki, görev ve kaynak aktarımını yerel yönetimlere aktarması ile birlikte plan yapma yetkisinin farklı kurum ve kuruluşlara verilmesi oldukça karmaşık bir

yapının oluşmasına sebep olmuştur. 2014 yılına kadar bu amaçla birçok yasa ve yönetmelik çıkarılmış ancak ülke fiziksel plan yapım sorunu çözülememiştir. Siyasi iktidarın bakanlıkları yeniden yapılandırması sonucunda yeni kurulan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ülke fiziki planlarının tek sorumlu kuruluşu haline gelmiştir. Bu amaçla bakanlık, 14.06.2014 tarih ve 29030 sayılı Resmi Gazetede "Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği" ni yayınlamıştır.

Bu yönetmeliğin amacı; "fiziki, doğal, tarihi ve kültürel değerleri korumak ve geliştirmek, koruma ve kullanma dengesini sağlamak, ülke, bölge ve şehir düzeyinde sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek, yaşam kalitesi yüksek, sağlıklı ve güvenli çevreler oluşturmak üzere hazırlanan, arazi kullanım ve yapılaşma kararları getiren mekânsal planların yapımına ve uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir" olarak ifade edilmiştir. Bu amaç kapsamında yönetmelik, her tür ve ölçekteki mekânsal planlar ile bu planlara ilişkin revizyon, ilave, değişikliklerin yapılmasına ve incelenmesine, mekânsal planlar ile özel amaçlı plan ve projelere yönelik usul ve esasları kapsamaktadır. Yönetmelik ile birlikte ülke fiziki plan hiyerarşisinde yer alan bazı planlar değiştirilmiş ve yeni plan kategorileri eklenmiştir. Bu bölümde bu yönetmelikte yer alan plan tipleri hakkında bilgi verilmiştir (Resmi Gazete, 2014);

a) *Bütünleşik kıyı alanları planı:* Kıyıları, etkileşim alanı ile birlikte tüm sektörel faaliyet ve planları, sosyal ve ekonomik konuları da içerecek şekilde bütünleşik bir yaklaşımla ele alan; kıyı alanlarındaki fonksiyon ve faaliyetler ile kıyı alanlarına yönelik hedefler arasındaki uyumu sağlayan; sürdürülebilir gelişme ilkesi doğrultusunda kıyı ekosisteminin korunmasını ve doğal kaynakların kullanımını gözeten; ulaşım türleri ile ilgili kıyıda yapılması gerekli altyapı tesislerini içeren; koruma ve kullanma dengesini sağlayacak biçimde mekânsal hedef, strateji ve eylem önerilerini ve yönetim planını kapsayan, 1/25.000 veya 1/50.000 ölçekte şematik ve grafik planlama diline uygun, plan paftası ve planlama raporu ile bütün olarak stratejik planlama yaklaşımı çerçevesinde ilgili kurum ve kuruluşlar ile işbirliği içinde hazırlanan planı,

b) *Çevre düzeni planı:* Varsa mekânsal strateji planlarının hedef ve strateji kararlarına uygun olarak orman, akarsu, göl ve tarım arazileri gibi temel coğrafi verilerin gösterildiği, kentsel ve kırsal yerleşim, gelişme alanları, sanayi, tarım, turizm, ulaşım, enerji gibi sektörlere ilişkin genel arazi kullanım kararlarını belirleyen, yerleşme ve sektörler arasında ilişkiler ile koruma-kullanma dengesini sağlayan 1/50.000 veya 1/100.000 ölçekteki haritalar üzerinde ölçeğine uygun gösterim kullanılarak bölge, havza veya il düzeyinde hazırlanabilen, plan notları ve raporuyla bir bütün olarak yapılan planı,

c) *Eylem planı:* Planların hayata geçirilmesine yönelik olarak dönüşüm, uygulama, altyapı gibi birbiriyle bağlantılı iş ve eylemlerin kurum, kuruluş ve diğer paydaşların, bütçe, zaman, insan kaynağı ve kurumsal kapasitelerinin belirlendiği ve ilgili kurum ve kuruluşlar ile işbirliği içinde gerektiğinde idarelerce hazırlanan planı,

d) *Kentsel tasarım projesi:* Doğal, tarihi, kültürel, sosyal ve ekonomik özellikler ile arazi yapısı dikkate alınarak, tasarım amacına göre kütle ve yapılanma düzeni veya açık alan düzenlemelerini içeren; taşıt ulaşımı, otopark ve servis ilişkileri ve yaya dolaşım ilişkilerini kuran; yapı, sokak, doku, açık ve yeşil alanların ilişkisini ve kentsel mobilya detaylarını gösteren; altyapı unsurlarını bütüncül bir yaklaşımla disiplinler arası olarak ele alan; imge, anlam ve kimlik özelliklerini ifade eden; tasarım ilke ve araçlarını içeren uygun ölçekteki projeyi,

e) *Koruma amaçlı imar planı:* 21/7/1983 tarihli ve 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu uyarınca hazırlanan nazım ve uygulama imar planını,

f) *Mekânsal plan:* 3194 sayılı İmar Kanunu uyarınca hazırlanan, kapsadıkları alan ve amaçları açısından üst kademeden alt kademeye doğru sırasıyla; mekânsal strateji planı, çevre düzeni planı ve imar planını,

g) *Mekânsal strateji planı:* Ülke kalkınma politikaları ve bölgesel gelişme stratejilerini mekânsal düzeyde ilişkilendiren, bölge planlarının ekonomik ve sosyal potansiyel, hedef ve stratejileri ile ulaşım ilişkileri ve fiziksel eşiklerini de dikkate alarak değerlendiren, yer altı ve yer üstü kaynakların ekonomiye kazandırılmasına, doğal, tarihi ve kültürel değerlerin korunmasına ve geliştirilmesine, yerleşmeler, ulaşım sistemi ile kentsel, sosyal ve teknik altyapının yönlendirilmesine dair mekânsal stratejileri belirleyen, sektörlere ilişkin mekânsal politika ve stratejiler arasında ilişkiyi kuran, 1/250.000, 1/500.000 veya daha üst ölçek haritalar üzerinde şematik ve grafik dil kullanılarak hazırlanan, ülke bütününde ve gerekli görülen bölgelerde yapılabilen, sektörel ve tematik paftalar ve raporu ile bütün olan planı,

h) *Nazım imar planı:* Mevcut ise çevre düzeni planının genel ilke, hedef ve kararlarına uygun olarak, arazi parçalarının genel kullanış biçimlerini, başlıca bölge tiplerini, bölgelerin gelecekteki nüfus yoğunluklarını, çeşitli kentsel ve kırsal yerleşme alanlarının

gelişme yön ve büyüklükleri ile ilkelerini, kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanlarını, ulaşım sistemlerini göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere, varsa kadastral durumu işlenmiş olarak 1/5.000 ölçekte, büyükşehir belediyelerinde 1/5000 ile 1/25.000 arasındaki her ölçekte, onaylı halihazır haritalar üzerine, plan notları ve ayrıntılı raporuyla bir bütün olarak hazırlanan planı,

i) *Ulaşım ana planı:* Şehrin mekânsal, sosyal ve ekonomik özelliklerine göre ulaşım ihtiyaç ve talepleri ile sürdürülebilir gelişmeyi dikkate alarak; şehir ve yakın çevresinin ulaşım sistemini, ulaşım ağını, standart ve kapasiteleri ile ulaşımın türlere dağılımını, kara, deniz ve hava ulaşımı ve bu ulaşım türlerinin birbirleriyle entegrasyonu, bu türlere ait transfer noktalarını, depolama ve aktarma merkezlerini, ticari yük koridorlarını ve toplu taşıma güzergâhları ile gerektiğinde otopark, bisiklet ve yaya yolları, erişilebilirlik ve trafik konularında gereken ayrıntıları belirleyen, toplu taşımaya ağırlık veren ve öncelikli kılan, kısa ve uzun dönemde ulaşım türlerine ait sorunlara çözüm önerilerini ortaya koyan, gerektiğinde şehrin üst ve alt kademe planları ile eşgüdümlü olarak hazırlanabilen, plan paftası ve raporuyla bir bütün olan planı,

j) *Uygulama imar planı:* Nazım imar planı ilke ve esaslarına uygun olarak yörenin koşulları ve planlama alanının genel özellikleri, yapının kullanım amacı ve ihtiyacı, erişilebilirlik, sürdürülebilirlik ve çevreye etkisi dikkate alınarak; yapılaşmaya ilişkin yapı adaları, kullanımları, yapı nizamı, bina yüksekliği, taban alanı katsayısı, kat alanı kat sayısı veya emsal, yapı yaklaşma mesafesi, ön cephe hattı, ifraz hattı, kademe hattı, ada ayrım çizgisi, taşıt, yaya ve bisiklet yolları, ulaşım ilişkileri, parkları, meydanları, kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanlarını, gerektiğinde; parsel büyüklükleri, parsel cephesi ve derinliği, arka cephe hattı, yol kotu ve bu kotun altındaki kat adedi, bağımsız bölüm sayısı gibi yapılaşma ve uygulamaya ilişkin kararları, uygulama için gerekli imar uygulama programlarına esas olacak uygulama etaplarını ve diğer bilgileri ayrıntıları ile gösteren ve varsa kadastral durumu işlenmiş olarak 1/1.000 ölçekte onaylı halihazır haritalar üzerinde, plan notları ve ayrıntılı raporuyla bir bütün olarak hazırlanan planı,

k) *Uzun devreli gelişme planı:* Milli parklar, tabiat parkları, tabiatı koruma alanları, sulak alanlar gibi korunan alanın sahip olduğu özellik ve nitelikleri göz önünde tutarak kaynak değerlerinin korunması, geliştirilmesi ve uzun dönemde sürdürülebilirliğinin sağlanması için teknik, sosyal, ekonomik, eylem ve yönetim modellerinin belirlendiği, ilişkilerin kurulduğu, bölgelemeye dayalı ekosistem yaklaşımlı planı kapsamaktadır.

Bu amaçla yapılacak planlara ilişkin uygulama kararlarına bakıldığında ise;

- Mekânsal planlar kapsadıkları alan ve amaçları açısından Mekânsal Strateji Planları, Çevre Düzeni Planları ve İmar Planları olarak hazırlanır. Buna göre planlama kademeleri, üst kademeden alt kademeye doğru sırasıyla; Mekânsal Strateji Planı, Çevre Düzeni Planı, Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planından oluşur.

- Mekânsal strateji planları ve çevre düzeni planları hazırlanırken kalkınma planı, bölge planları, bölgesel gelişme stratejileri ve diğer strateji belgeleri ile ortaya konulan hedefler dikkate alınır.

- Mekânsal strateji planı;

a) Ülke bütünü ile karasuları ve münhasır ekonomik bölgeleri kapsayacak şekilde ülke düzeyinde,

b) Metropoliten bölgeler, gelişme odakları, yeni kentler, gelişme koridorları, üretim, arz ve tüketim akımları ve ilişkileri, kentsel ve bölgesel ağlar, yerleşmelerin yoğunluğu, ulaşım ilişkileri ve fiziksel eşikler gibi etkenler dikkate alınarak Bakanlık tarafından belirlenen havza ya da bölgeleri kapsayacak şekilde bölge düzeyinde,

- Çevre düzeni planı; coğrafi, sosyal, ekonomik, idari, mekânsal ve fonksiyonel nitelikleri açısından benzerlik gösteren bölge, havza veya en az bir il düzeyinde yapılır.

- Koruma amaçlı imar planları, varsa etkileşim geçiş sahaları da göz önünde bulundurularak ve sit alanının bütününü kapsayacak şekilde veya uygun görülen etaplar halinde, içinde bulunduğu yerleşme ile ilişkileri kurularak hazırlanır.

- Bütünleşik Kıyı Alanları planlamasında, planlama alanı sınırı; kıyı ve coğrafi, ekonomik, sosyal, tarihsel ve ulaşım bakımından etkileşimde olduğu doğal çevre, kullanım ve faaliyetler esas alınarak ve gerektiğinde ilgili kurum ve kuruluşların görüşleri alınarak Bakanlıkça belirlenir.

2. 1. Fiziki Plan Sınırları

Ülkemiz fiziki plan kademelenmesinde plan sınırları, yapılacak plan şekline göre ölçeklendirilmiş ve sınırlandırılırmıştır. Burada asıl amaç, üst ölçekli planların alt ölçekli planlar ile olan ilişkisini sağlanması olmalıdır. Ülkemizde plan yapımları farklı kuruluşlara ait olmakta, kurumlar arasındaki iletişimin sağlanması durumunda ise planların uygulama safhasında bazı zorluklar ortaya çıkmaktaydı, ancak son çıkan yönetmelik planların onanmasını tek bir kuruma vermekte, yapma yetkisini ise ilgili kurumlara bırakmaktadır.

Planlama sürecinde amaca yönelik yapılan planların sınırlarının çoğunluğu idari sınırlara bağlı olmakta bazı planlarda havza sınırları temel alınmaktadır. Bu bütüncül ve ekolojik bazlı planlarda birtakım sıkıntıları beraberinde getirmektedir. Genel olarak sınırlara bakıldığında çok farklı sınır tipleri ile karşılaşılmaktadır. Örneğin, doğal bölgeler (Jeomorfojenetik, Klimatik, Hidrografik, Floristik, Fauna, vb.), sosyo-ekonomik bölgeler (Yerleşim, Nüfus, Kültür, Hammade, Tarım, vb.), hizmet Bölgeleri (İl, ilçe ve köy sınırları vb.) gibi farklı ekolojik, sosyo-ekonomik ve idari sınır tipleri bulunmaktadır (Özçağlar, 2013). Yukarıda bahsedildiği gibi ülkemizde fiziki plan sınırları daha çok hizmet bölgeleri sınırları dâhilinde ele alınmaktadır. Bu nedenle yapılan planlar il bazında uygun olsa da bölge bazında birbirleri ile uyum sağlayamayabilmektedir. Bu aşamada fiziki planlamada idari sınırların daha çok kullanılması, yapılan planların ekoloji tabanlı planlar olmamasından kaynaklanmaktadır. (Üstündağ ve Şengün, 2011)'e göre; planlamanın, özellikle fiziksel Planlamanın sadece mimarlar ve mühendislere bırakıldığı, insan-doğal ortam ilişkisinin sadece matematiksel veriler ile çözülmeye çalışıldığı, gözlem - analiz ve sentezlerde bulunulmadan kırsal ya da kentsel alanlar üzerine proje uygulamalarının yapıldığı dönemler, özellikle gelişmiş ülkelerde çok geride kalmıştır (Nash, 1962). Planlayıcıların, insanların sağlıklı ve güven içinde yaşayabilmeleri için, yeni oluşturulacak alan kullanımların planlanması sırasında doğal özellikleri de dikkate almaları gerekmektedir. Planlamada ekolojik özelliklere dikkat edilmediği taktirde yeni oluşturulan veya planlanan alanlarda insanlar doğanın olumsuz etkisi ile karşılaşmakta, buda maddi ve manevi kayıplara neden olmaktadır. Planlamada bu verilerin ele alınması ise alan kullanımlarının sürdürülebilir ve gelecek nesillere aktarılabilir nitelikte olmasını sağlamaktadır. Çünkü planlama plan ve raporları ile bir bütünü içermektedir. Bu bütünde farklı meslek disiplinlerinin gerek plan çiziminde gerekse plan notlarının oluşturulmasında farklı sorumluluk alanları bulunmaktadır. Özellikle plan notları uygulama sırasında yanlış anlama ve çözümsüzlüklere yer vermemek için, yardımcı hüküm ve maddeleri içermektedir. En iyi biçimde çizilmiş planların bile gösterilmek istenen tüm kararları göstermesi mümkün değildir. Plan notları bu planların bütünleyicisi ve tamamlayıcısıdır.

Ülkemizde özellikle imar planlarının hazırlanmasında kullanılan hâlihazır ve kadastral haritalar ilişkilendirilmekte ve planlar çizgisel olarak oluşturulmaktadır. Planlama alanına ilişkin envanter ve analiz çalışmalarının yapılmaması, alanın kendine özgü doğal özelliklerinin göz ardı edilmesi, insan-doğal ortam ilişkisinin ortaya konulmaması büro yapımı planların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu farklı koşularda ve özelliklerde olan arazilerde benzer planların ortay çıkmasına neden olmaktadır (Üstündağ ve Şengün, 2011).

Fizik planların hazırlanmasında ve özellikle uygulamaya geçilmesinde ise farklı sebeplerden dolayı yeniden biçimlendirmeler gerekmektedir. Özellikle farklı ölçeklerde hazırlanan planların üst ve alt ölçeklerdeki planlarla ilişkilerinin kurulması bu bağlamda önem kazanmaktadır. Bu aşamada planların kademeli olarak birbirleri ile ilişkilendirilmesi planlama sürecinin uygulama evresinde karşılaşılan sorunların azaltılmasına katkı yapabilmektedir. Bu ilişkilendirmede, bir alt ölçekte alınan plan kararlarının bir üst ölçekte ki plan kararları ile çelişmemesi, üst ölçek plan kararlarının alt ölçekte uygulanmasının imkânsız ya da sorunlu olduğunun tespit edildiği durumlarda ise, üst ölçek plan kararının yeniden gözden geçirilmesi esastır. Yani ölçekler arasında geri besleme yöntemi ile öngörülmeyen gelişme ve ilişkilerin yaratacağı sorunları ortadan kaldırıcı nitelikte olacaktır. Ancak, her durumda, alt ölçekli planları sınırlandıran ve denetleyen, yönlendiren ve esneklik çerçevesini belirleyen üst ölçekli planlardır. Bu nedenle, üst ölçekli planlarda alınacak kararlar, alt ölçekte yapılacak tüm planların aynı dilde hedeflen dirilmesini sağlamak için önemli bir sınırlayıcı özelliğe sahiptir.

Ülkemizin doğal ve kültürel kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirmek için yapılan planların doğal, kültürel ve idari yönden birbiriyle bütünleşmiş bölgelere göre yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Mevcut idari sınırlar, coğrafi ve ekolojik sınırlar ile uyumlu halde değildirler. Bu yüzden planlamaya yönelik çalışmalarda ihtiyaca göre bölge ayrımı yapılmıştır.

Özellikle ekonomik, sosyal, kültürel, demografik ve politik pek çok girdinin oluşturduğu idari sınırlarda, göz önüne alınmayan en önemli faktör doğal ve ekolojik faktörlerdir. Sürdürülebilir ve alan kullanımına yönelik planlarda bu önem arz etmektedir.

2.2. Peyzaj Planlama ve Plan Sınırları

Fiziki plan hiyerarşisi incelendiğinde peyzaj planlarına en yakın planın Çevre Düzeni Planları olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu aşamada düşünülen peyzaj planlarının çevre düzeni planları ile ne kadar örtüştüğü, bu tip planların eksikliklerinin ne olduğu ve/veya bu planlarda peyzaj mimarlarının yer alıp almadığıdır. Fiziki plan hiyerarşisinde en önemli olgu yukarıda bahsedildiği gibi alt ölçekli planların üst ölçekli planlara uygun yapılmasıdır. Demirel (2009)'un belirttiği gibi DPT tarafından yapılması gereken Bölge planların olmayışı ve bu planlarda belirlenmesi gereken ana stratejilerin Çevre Düzeni Planlarında ortaya konulmuş olması ve planların esas amaçlarını yerine getirememesidir.

Bu planların yapım yönetmeliğinde belirtildiği gibi, Çevre Düzeni Planları, "ülkemizin sahip olduğu doğal, tarihi ve kültürel zenginliğin korunarak kalkınma ve varsa bölge planlarına uyularak, ekonomik ve ekolojik kararların bir arada düşünülerek genel arazi kullanım kararları ve bunlara ilişkin strateji ve politikaları oluşturmak ve çevre kirliliğini önlemek üzere nazım ve uygulama imar planlarına kaynak teşkil etmek üzere bölge ve havza bazında yapılan planlardır.

Peyzaj planları, doğal ve kültürel kaynakları koruma, geliştirme ve yönetme temelinde, yaşam alanlarının insan istek ve gereksinimlerini gerçekleştirmek için koruma-kullanma ilkesine dayanarak, farklı tip kentsel ve kırsal alanlarda var olan ve olası çevre sorunlarının giderilmesi ve önlenmesi temelinde kamu ve toplum yararı gözetilerek, mevcut ve planlanan kullanımların arasındaki ilişki ve çelişkilerin irdelendiği en uygun ve öncelikli kullanımların belirlendiği ekolojik ve teknik verilere göre hazırlanan planlardır (Yücel, vd., 2010, Demirel, 2009).

Yücel ve ark. (2010)' a göre bu planlar ne kadar önerilen peyzaj planlarının amacına uysa da, peyzaj planlarında olması gereken mevcut ve planlanan kullanımlar arasındaki ilişki ve çelişkilerin irdelenmesi, ve en uygun/öncelikli kullanım alanlarının belirlenmesi eksik kalmaktadır. Bu önemli fark dışında peyzaj planlarının ana hedefinin "Ekolojik Temele Dayandırılması" ilkesidir.

Mevcut planların en önemli başarısızlıklarından biri bu planların büyük çoğunluğunun ekolojik temele dayalı olmamasıdır. Özellikle bu tip planların çoğunda peyzaj mimarları gibi ekolojik tabanlı meslek disiplinlerinin bulunmayışıdır. Örnek verecek olursak, gerek 1/100.000 ölçekli Trakya alt bölgesi ergene havzası revizyon çevre düzeni planı, gerekse 1/25.000 ölçekli Tekirdağ İl Çevre Düzeni Planında birçok meslek disiplinine yer verilir iken peyzaj mimarlarına yer verilmesidir. Ancak günümüz koşullarına bakıldığında gerek lisans altyapısı ve gerekse lisansüstü eğitim temeliyle planlama-yönetim kavramını ekoloji tabanıyla kurgulayacak meslek peyzaj mimarlığıdır.

Peyzaj planlarının sınırlarının ne olacağı konusunda ise en büyük gerekçe bu planların ekoloji temelli olmasıdır. Bu temele dayandırılan planlarda sınırların idari veya fiziki sınırlara göre yapılması ne kadar uygun olacaktır. Yukarıda bahsedildiği gibi mevutta bulunan idari sınırların tekrar tartışıldığı, ve bu sınırların oluşturulmasında genel olarak doğal ve ekolojik verilerin kullanılmadığı daha çok politik kararlarla oluşturulduğu gerçeğidir. Bu nedenle önerilen peyzaj planlarının politik ve siyasi zorluklara rağmen mutlaka ekolojik veya doğal sınırlara uygun olmasıdır. Şekil 1'de Türkiye nehir havzaları sınırları bulunmaktadır. Bu tip doğal eşiklere bağlı olarak oluşturulan farklı tip sınırlar bulunmaktadır.



Şekil 1. Türkiye nehir havzaları haritası (DSİ,2012)

Yukarıdaki haritadan anlaşılacağı gibi peyzaj planlarının ekoloji temeline dayalı olması bu planların doğal özelliklerinden oluşturulmuş sınırlara uygun yapılması gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

3. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Ülkemizde yeni yapılanan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı "Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği" ni yürürlüğe sokarak, yapılacak fiziki planların yapım yöntemleri tanımlamış bu planların onamasını kendi bünyesine alarak yapımı ilgili kurumlara vermiştir. Yönetmelikle plan yapım ve uygulama sürecinin çözülmesi düşünülmektedir.

Ancak beklenen plan tiplerinde ekoloji tabanlı, önerilen kullanımların birbirleri ile olan çelişkilerini irdeleyecek farklı senaryolar üreterek en uygun kullanımların tespitini yapacak plan tiplerinin olmayışıdır. Bura da önerilen bu eksikliklere cevap verecek peyzaj planlamanın yapılarak bunun peyzaj planlarına aktarılmasıdır. Bu plan sınırlarının doğal ve ekolojik eşiklere dayalı olarak oluşturulması, mevcutta politik kararlara göre çizilmiş idari sınırlar içinde yapılan planlardaki "sınır" problemlerini de çözecek durumdadır. Çünkü ekolojik ve doğal verileri idari sınırlara bölmek imkansızdır. Mevcut konjonktürde bu idari sınırları tekrar çizmek ve düzenlemek mümkün olmamaktadır. Ancak yapılacak olan fiziki plan sınırlarının doğal eşiklere göre belirlenmesi daha uygulanabilir nitelikte olmaktadır. Bu nedenle, bu sınırlara göre yapılması gereken peyzaj planlarının çevre düzeni planlarına altlık oluşturacak büyüklük ve ölçekte olması gereğini ortaya çıkarmaktadır. Bu şekilde peyzaj planlarında verilecek kararlar ve oluşturulacak stratejiler, idari sınırları göz ardı ederek olması gereken doğal sınırlara uygun olarak oluşturulacaktır.

KAYNAKLAR

Demirel, Ö. 2009, Ülke Mekansal Planlaması İçinde Ekolojik Ağırlıklı Disiplin Olma Yönünde Bir Misyon Taşıyan Peyzaj Mimarlığı Mesleğinin Yeri ve Üzerine Düşen ya da Yapması Gerekenler, PEMAT'09, Isparta.

Nash. P.H. 1962, A Geographer Suggests How His Profession Can Help in Renewal Job. The Journal of Housing. C: XIX ss:83-86

Özçağlar, 2013. Türkiye'de Yapılan Bölge Ayrımları ve Bölge Planlama Üzerindeki Etkileri, Coğrafi Bilimler Dergisi, Cilt no 1, Sayı no 1, sf. 3-18.

Resmi Gazete, 2014. Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 14.06.2014 Resmi Gazete Sayısı: 29030.

Turoğlu, H., 2005, Fiziksel Planlama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, EGE Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, sf. 355-368, İzmir.

Üstündağ, Ö., Şengün, M.T., 2011, Türk İmar Mevzuatındaki Plan Türleri ve Fiziki Planlama – Coğrafya İlişkisi Üzerine Genel Bir Değerlendirme, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 21, Sayı 2, Sf. 1-25, Elazığ.

Yücel, M., Say, N.P., Çolakkadıoğlu, D., 2010. Peyzaj Planı Nedir? Ne olmalıdır?, Peyzaj Mimarlığı 4. Kongresi, sf. 74-86, İzmir.

Paleozoyik Yaşlı Artabel Plütonunun (Gümüşhane) Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri

Alaaddin VURAL, Abdullah KAYGUSUZ
Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE

Özet

Doğu Pontidlerde, Paleozoyikten Tersiyere kadar farklı bileşim, boyut ve yaş aralığına sahip pek çok plüton yeralmaktadır. Bunlardan özellikle Paleozoyik yaşlı olanlar, Doğu Pontidler'in kuzey kısmında seyrek olarak gözlenirken, güney kısmında yaygın olarak yeralırlar. Bu çalışmada, Artabal (Torul/Gümüşhane) civarında yüzeylenen Paleozoyik yaşlı Artabel Plütonunun petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur.

Petrografik olarak, incelenen kayaçlar orta-iri taneli olup, monzogranit bileşimlidir. Plütonu oluşturan kayaçlar, plajiyoklas, kuvars, ortoklas, biyotit, muskovit, Fe-Ti oksit, apatit ve zirkon minerallerini içermekte olup, genellikle monzonitik, poikilitik, nadiren pertitik doku gösterirler.

Plütonu oluşturan kayaçlar genel olarak orta-yüksek K'lu kalk-alkali karakterli olup, I-tipi özellik sunarlar. Hafif nadir toprak elementler (LREE) ve büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE) zenginleşmiş, kalıcılığı yüksek elementlerce (HFSE) tüketilmişlerdir. Plütonu oluşturan kayaçların $La_{(n)}/Lu_{(n)}$ oranları 4.9-8.9 arasında olup, negatif Eu anomalisi (Eu/Eu*=0.3-0.6) gösterirler. Ana ve iz element değişimleri, kayaçların gelişiminde plajiyoklas ve Fe-Ti oksit minerallerinin fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Paleozoyik, Artabel Plütonu, Mineraloji-Petrografi, Jeokimya, Gümüşhane, Doğu Pontidler

Petrographical and geochemical features of the Paleozoic Aged Artabel Pluton (Gümüşhane)

Abstract

There are numerous plutonic rocks of varying size, age and compositions during the Paleozoic to the Tertiary age in the Eastern Pontides. Although Paleozoic aged plutons are rarely observed in the Southern Zone of the Eastern Pontides, so far, the entity of these rocks are widespread in the Northern Zone. In this study, the petrographical and geochemical characteristics of the Paleozoic aged Artabel Pluton exposed in the Artabel (Torul/Gümüşhane) area was investigated.

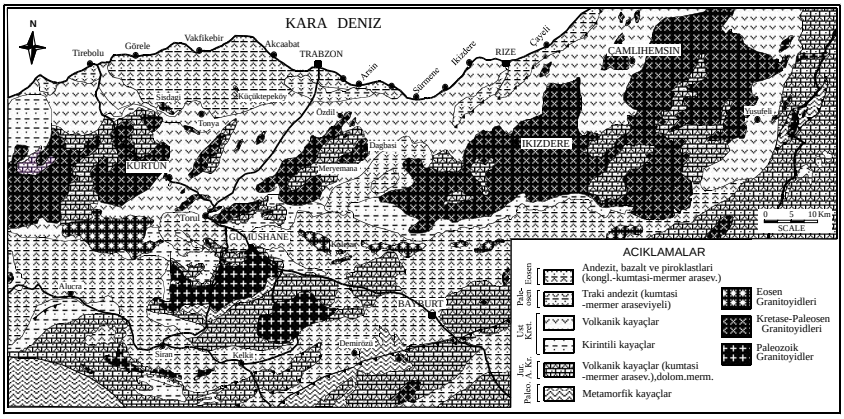
Petrographically, the studied pluton is medium to coarse grained and monzogranite in composition. The rocks of the pluton consist of plagioclase, quartz, orthoclase, biotite, muscovite, Fe-Ti oxide, apatite and zircon with generally monzonitic, poikilitic, rare perthitic in textures.

The rocks forming the pluton are generally of medium to high K calc-alkaline character and offer an I-type feature. They are enriched in light rare earth elements (LREE) and large ion lithophile elements (LILE) relative to high field strength elements (HFSE). $La_{(n)}/Lu_{(n)}$ rates are between 4.9 and 8.9 with pronounced negative Eu anomalies (Eu/Eu*=0.3-0.6) of the Artabel Pluton rocks. Major and trace element variations indicate significant role of plagioclase and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of the rock.

Keywords: Paleozoic, Artabel Pluton, Petrography, Geochemistry, Gümüşhane, Eastern Pontides

1. Giriş

Alpin-Himalaya orojenik kuşağında bulunan Doğu Pontidlerde, volkanik ve plütonik kayaçlar çok yaygın olarak gözlenirler. Bölgede Permo-Karbonifer'den Eosen sonrasına kadar geniş bir bileşim ve yaş aralığında oluşmuş irili ufaklı pek çok plütonik kayaç yer alır (Şekil 1). Bu granitik plütonlar Paleozoyik, Kretase ve Eosen olmak üzere başlıca üç farklı ana zaman diliminde oluşmuşlardır (Şekil 1). Bunlardan Paleozoyik (Permo-Karbonifer) yaşlı plütonlar (Örn, Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Ustaömer vd. 2013; Kaygusuz vd., 2012, 2016) metamorfik kayaçları keserek yerleşmiştir. Bu plütonlar, Gümüşhane, Köse ve Artvin civarında (Örn, Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011), Tonya güneyinde, Maçka güneyinde (Soğuksu) ve Özdil (Trabzon) yöresinde (Kaygusuz vd., 2012, 2016) gözlenmektedir. Ayrıca, metamorfik temel kayaçlar, mafik ve felsik kayalardan oluşan Erken Jura plütonları tarafından da kesilmiştir (Dokuz vd., 2010; Ustaömer vd., 2013; Karslı vd., 2017; Dokuz vd., 2017) (Şekil 1). Geç Kretase plütonları, yitim ile ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik kayaç ile dokanak ilişkisindedir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Karslı vd., 2010; Kaygusuz vd., 2008; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011; Temizel vd. 2019). Eosen ve sonrası plütonları ise daha dar alanlarda yüzeylemekte olup, tüm birimleri keserek yerleşmiştir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Topuz, 2002; Arslan ve Aslan, 2006; Karslı vd., 2007; Kaygusuz ve Öztürk, 2015; Eyuboğlu vd. 2017; Temizel vd., 2018; Kaygusuz vd. 2018, 2019; Şekil 1).



Şekil 1. Doğu Pontidler'de plütonik kayaçlar ve çevre kayaçlarını gösteren jeolojik harita (Güven, 1993; Kaygusuz vd. 2019'dan değiştirilerek).

Bölgede maden yatakları, genel jeoloji ve magmatik kayaçların petrolojisi ile ilgili pek çok çalışma (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Eyuboğlu vd. 2011; Saydam Eker, 2012; Vural ve Erdoğan, 2014; Vural vd. 2017; Vural, 2017, 2019; Kaygusuz vd. 2011, 2017; Kaygusuz ve Şahin, 2016; Sipahi vd. 2017) olmasına rağmen, incelenen Paleozoyik yaşlı Plütonlar ile ilgili Vural ve Kaygusuz (2016) tarafından yapılan TÜBİTAK proje raporu hariç herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada Artabel Plütonu'nun petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konularak, Doğu Pontid Paleozoyik magmatizmasının gelişimine açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

2. Jeolojik Konum

Ketin ve Canitez (1972) Karadeniz Tektonik Birliğini, diğer yaygın ismiyle Pontid Tektonik Birliğini, Karadeniz Dağlarını (Pontidleri) dikkate alarak Doğu Pontidler ve Batı Pontidler olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Akın (1978), Gedikoğlu vd. (1979) ve Özsayar vd. (1981), Doğu Karadeniz Bölümü'nde Geç Kretase yaşlı kayaçların güney ve kuzey bölgelerinde farklılıklar göstermeleri nedeniyle güney ve kuzey olmak üzere 2 farklı bölüme

ayrılmışlardır. Bektaş ve Güven (1995), aynı yaşlı kayaçları kuzey zon, güney zon ve eksen zonu olmak üzere üç alt birliğe ayırmışlardır. Çalışma alanını da içine alan Doğu Pontidler, Okay ve Tüysüz (1999) tarafından Sakarya Zonu olarak kabul edilmiştir.

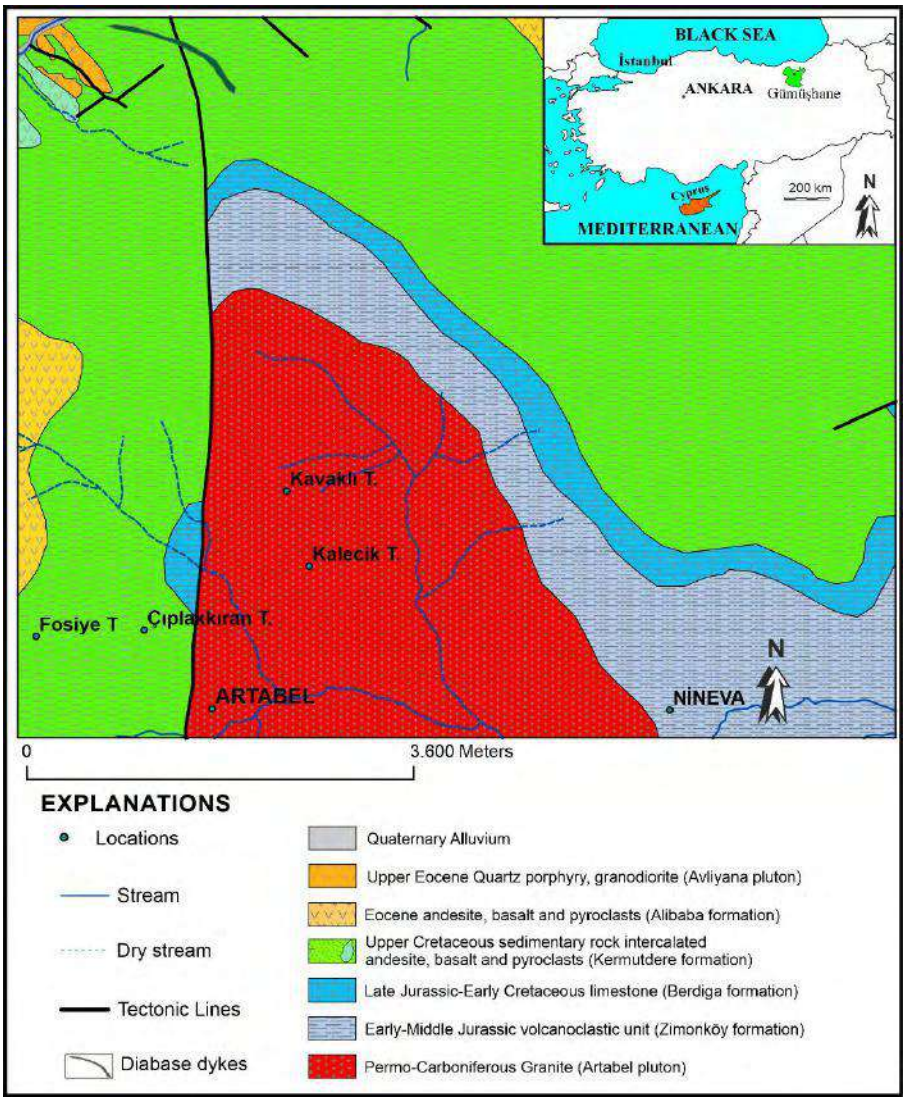
Doğu Pontidler'in temelini Geç Karbonifer yaşlı plütonik kayaçlar ile Geç Karbonifer-Erken Permiyen yaşlı metasedimanter kayaçlar oluşturur (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Topuz vd., 2007, 2011; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012, 2016). Paleozoyik ve Triyas yaşlı kayaçlar Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul istif tarafından uyumsuz olarak örtülürler (Ağar, 1977; Eren, 1983; Boynukalın, 1990; Kandemir, 2004; Şen 2007). Erken-Geç Jura yaşlı granitik plütonlar (Dokuz vd., 2010; Karslı vd., 2017) bu birimleri kesmişlerdir. Geç Jura-Kretase dönemi, Doğu Pontid Orojenik Kuşağında magmatik ve tektonik açıdan duraylılık dönemine karşılık gelen yoğun karbonat çökelimiyle karakterize edilir (Pelin, 1977; Görür, 1997; Tüysüz, 1999). Geç Kretase dönemi, kuzeyden güneye doğru önemli litolojik farklılıklar gösterir. Granitik plütonlar ve volkanik kayaçlar Kuzey Zonda baskın litolojiyi teşkil ederler (Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Karslı vd., 2004, 2010; Boztuğ vd., 2006; Kaygusuz vd., 2009, 2010; Sipahi vd., 2017; Temizel vd. 2018). Ayrıca, bölgede Geç Kampaniyende başlayarak Maastrihtiyen sonuna kadar devam eden yüksek potasyumlu magmatizma yaygın olarak gözlenir (Altherr vd., 2008; Topuz vd., 2010; Eyüboğlu, 2010; Gülmez vd., 2016; Aydınçakır, 2016; Şen vd., 2019). Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde Anatoli-Torid bloklarının çarpışması gerçekleşmiştir (Okay ve Şahintürk, 1997; Dilek, 2006). Doğu Pontidler'de Erken Eosen adakitik ve adakitik olmayan kayaçların oluşumu (Topuz vd., 2005, 2011; Karslı vd., 2011; Eyüboğlu vd., 2013; Arslan vd. 2013; Aydınçakır, 2014; Temizel vd. 2014), yay-kıta çarpışmasının son aşaması olarak kabul edilir. Bölgede, Eosen dönemi çarpışma sonrası kalk-alkalen volkanik kayaçlar ile yüksek-K kalk-alkalen ve şoşonitik plütonlar ile temsil edilir (Arslan vd., 1997; Boztuğ vd., 2004; Topuz vd., 2005; Karslı vd., 2007, Eyüboğlu vd., 2012; Temizel vd., 2012; Yücel vd., 2012; Ayıncakır ve Şen, 2013; Kaygusuz ve Öztürk, 2015; Kaygusuz ve Şahin, 2016; Kaygusuz vd. 2011, 2018, 2019). Eosen sonrasında bölgede kırıntılı kayaçlar ile Neojen yaşlı alkalen volkanik kayaçlar yaygındır (Okay ve Şahintürk, 1997; Aydın vd., 2008; Arslan vd., 2013; Yücel vd., 2017). Bölgede en yaşlı kayaçlar Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlardan oluşur.

İnceleme alanı Doğu Pontid Tektonik Birliği'nin Kuzey-Güney Zonu geçişine yakın olup, Güney Zon içinde yer almaktadır. Yörede, Paleozoyik'ten Tersiyer sonuna kadar değişik yaşta ve farklı litolojide birimler yüzeyleme vermektedir (Şekil 2). İnceleme alanındaki en yaşlı birimleri Permo-Karbonifer yaşlı granitler oluşturur. Bu taban kayaçları Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul kayaçlar (Zimonköy Formasyonu) tarafından aşınma uyumsuzluğu ile üzerlenir. Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu bu birimler üzerine uyumlu olarak gelirler. Geç Kretase yaşlı kayaçlar Kermutdere Formasyonu ile temsil edilirler. Bu formasyon tabanda kumlu kireçtaşları ile başlamakta, kırmızı kireçtaşları ile devam etmekte ve volkano-tortul seriler ile son bulmaktadır. Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu, Kretase yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelmekte olup, andezit ve piroklastitler ile ara katkılı tortullardan oluşurlar. Tüm bu birimler Lutesiyen (44 My) yaşlı Avliyana Granitoyidi tarafından kesilmişlerdir (Şekil 1). Çalışma alanının en genç birimi Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve güncel travertenlerdir.

3. Analiz Yöntemleri

Arazi çalışmalarında, Güven (1993) ve MTA (2002) tarafından oluşturulan önceki jeolojik haritalardan faydalanılarak yörenin 1/25000 ölçekli detay jeolojik haritası revize edilmiş ve incelenen Artabel Plütonu'ndan petrografik ve jeokimyasal amaçlı kayaç örnekleri alınmıştır. Kayaç incekesitleri, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji

Mühendisliği Bölümü İncekesit Laboratuarı'nda hazırlanmıştır. İncekesitler polarizan mikroskopta incelenerek, kayaçların mineralojik bileşimleri, dokusal-petrografik özellikleri ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Modal analizler için Swift nokta sayacı kullanılmış ve her bir kesitte yaklaşık 400-500 nokta sayılmıştır.



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın çevresine ait jeoloji haritası (Güven, 1993; Vural ve Kaygusuz, 2016'dan değiştirilerek).

Petrografik incelemeler sonucuna göre incelenen plütondan seçilen ayrışmamış ve taze kayaç örnekleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama ve Öğütme laboratuvarında önce çelik çeneli kırıcı ile kırılmış, sonra çelik halkalı öğütücü içinde yaklaşık 200 mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmiştir.

Hazırlanan 17 adet örneğin tüm-kaya analizleri (ana, iz element ve nadir toprak element) ACME Analitik Laboratuvarı'nda (Vancouver, Kanada) yaptırılmıştır. Ana ve iz element analizleri, 0.2 gr toz kayaç örneğinin 1.5 gr $LiBO_2$ ile çözdürülmüş, sonra 100 ml %5 HNO_3 de çözündürülerek indüksiyonlu eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi (ICP-AES) ile ölçülmüştür. Nadir toprak elementler (NTE), 0.25 gr toz kayaç örneğinin dört farklı asit içerisinde çözdürülmesinden sonra indüksiyonlu eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilmişlerdir. Örnekler 1000 ^{o}C'de yakıldıktan sonra ağırlık farkından Ateşte kayıp (AK) hesaplanmıştır.

4. Bulgular

4.1. Arazi gözlemleri

Artabel Plütonunu oluşturan kayaçlar inceleme alanında yaklaşık 12 km²'lik bir alanda yayılım gösterirler (Şekil 1). İnceleme alanın güney-güneydoğusunda Artabel, Çıplakkıran Tepe, Kayaklı Tepe ve Nineva arasında gözlenir. Çevre kayaçlarla tektonik ilişkileri özellikle Artabel köyü ve Çıplakkıran Tepesi mevkiinde izlenmektedir. Bu mevkiide K-G yönlü olarak gözlenen büyük tektonik hat Avliyana köyüne kadar yaklaşık 8 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Bazı mevkilerde, çok çatlaklı ve kırıklı yapılar gelişmiş olup, kayaçlar iyi blok vermezler. Yer yer yoğun arenalaşmalara özellikle Artabel köyü yakın çevresi ve doğusunda rastlanır. Makroskobik olarak iri ortoklas, kuvars ve daha az oranda plajioklas mineralleri tanınabilmektedir.

4.1. Petrografik özellikler

Artabel Plütonunu oluşturan kayaçların petrografik özellikleri ve modal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Artabel Plütonuna ait kayaç örnekleri modal analize dayalı QAP diyagramına (Streickeisen, 1976) aktarıldığında, granit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülür (Şekil 3).

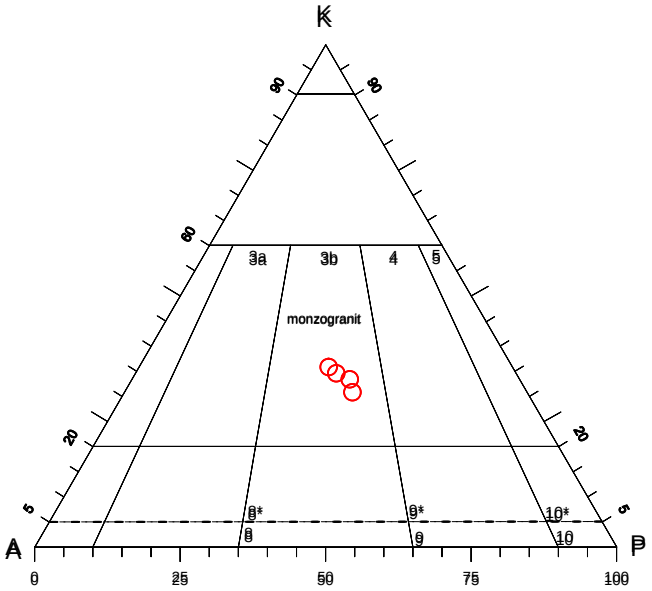
Tablo 1. Artabel Plütonu'nu oluşturan kayaçların petrografik özellikleri.

Kayaç birimleri	Granit	Granit	Granit	
Örnek No	GT-8	GT-7	GT-10	GT-12
Doku	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli	Tüm kristalli
Tane Boyu	Orta-iri	Orta-iri	Orta-iri	Orta-iri
Modal mineraller (%)				
Plajiyoklas	31.46	35.87	36.18	32.42
Kuvars	34.57	31.98	28.42	32.45
Ortoklas	30.45	27.92	27.67	28.9
Biyotit	1.30	3.00	4.00	3.20
Muskovit	0.20	0.50	0.30	0.30
Opak mineraller	2.10	1.10	2.70	1.80
Aksesuar mineraller	Apatit, opak mineral	Apatit, zirkon, opak mineral	Apatit, zirkon, opak mineral	Apatit, zirkon, opak mineral
İkincil mineraller	Serizit, klorit, kalsit, kil mineralleri	Epidot, serizit, klorit, kil mineralleri	Kalsit, serizit, klorit, kalsit, kil mineralleri	Epidot, kalsit, serizit, klorit, kil mineralleri

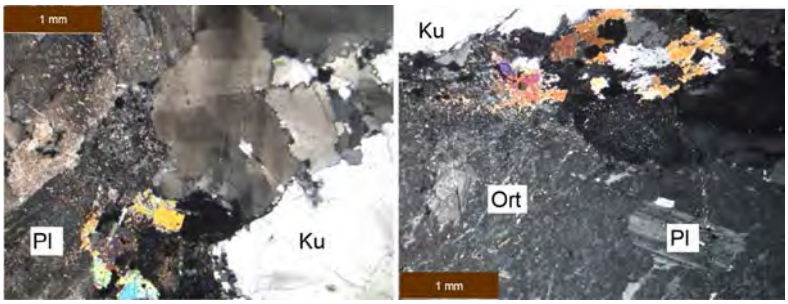
Artabel Plütonunu oluşturan kayaçlar mikroskopik incelemelerde, tüm kristalli, orta-iri taneli, poikilitik, yer yer de mikrografik doku gösteren granitler; plajiyoklas (% 31-36), kuvars (% 28-35), ortoklas (% 27-31), biyotit (% 1-4) ve muskovit (% 0.2-0.5) minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4, Tablo1). Aksesuar minerallerini apatit, zirkon ve opak mineraller; ikincil mineralleri ise serizit, klorit, kalsit, epidot ve kil mineralleri oluşturur (Tablo 1).

İri ve yarı öz şekilli ortoklasların bazılarında karlspad ikizi, bazılarında da pertitik yapı gözlenir (Şekil 4). Bazı kesitlerde iri ortoklas kristalleri, daha küçük plajiyoklas, biyotit ve opak minerallerini içlerine alarak poikilitik doku oluştururlar. Plajiyoklaslar öz ve yarı öz şekilli iri kristaller şeklindedir. Polisentetik ikizlenme gösterirler. Bazıları zonlu yapıdadır. Albit ikizi gösteren kristallerin (010)'a dik kesitlerinde yapılan cins tayinlerine göre

bileşimlerinin andezin (An_{34-38}) olduğu belirlenmiştir. Kuvarslar iri, yarı öz ve öz şekilsiz kristaller halinde ve kısmen korrode olmuştur. Dalgalı sönme yaygındır. Biyotitler yarı özşekilli kristaller şeklinde ve genelde kloritleşmiş olarak gözlenirler. Kloritleşmeden dolayı yeşilimsi pleokroizma gösterirler. Kloritleşmeyle birlikte az miktarda da opak mineral oluşumları vardır. Muskovitler az oranda ve küçük kristaller halinde bulunurlar. Apatit, allanit ve zirkon tali mineralleri oluşturur. Değişen boyutlarda ve öz şekilsiz opak mineraller gözlenir (Şekil 6).



Şekil 3. Artabel Plütonunu oluşturan kayaç örneklerinin QAP diyagramındaki konumları (Streckeisen, 1976).



Şekil 4. Artabel Plütonunu oluşturan oluşturan kayaçlara ait mikroskobik görünümleri. a) Örneklerde gözlenen orta-iri taneli doku, b) İri ortoklas minerali içinde küçük plajiyoklas kristalleri (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, Ku: Kuvars, Ort: Ortoklas)

5. Artabel Plütonu'nun Jeokimyasal Özellikleri

Artabel Plütonuna ait 17 adet örneğin tüm-kayaç ana ve iz element analiz sonuçları Tablo 2'de ve nadir toprak element analiz sonuçları da Tablo 3'de gösterilmiştir. Plütonu oluşturan kayaç örneklerin SiO_2 değerleri dar bir aralıkta (% 75-77) değişim gösterir. Örneklerin K_2O/Na_2O oranları 0.69-2.32 arasında değişirken, A/CNK (molar $Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$) değerleri 1.12-2.59 arasında, magnezyum numaraları [100 x ($MgO/MgO + Fe_2O_{3T}$)] ise 24.34-48.55 arasında değişir (Tablo 2).

Jeokimyasal analizler (Na_2O+K_2O)'a karşı SiO_2 diyagramına düşürüldüğünde, Artabel Plütonu'na ait kayaçların sub-alkalen karaktere sahip granit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülür (Şekil 5a).

Tablo 2. Artabel Plütonu'na ait kayaçların ana (%) ve iz element (ppm) analizleri.

Kayaç adı	granit								
Örnek No	GT-8	AVL-9	GT-7	GT-28	GT-14	GT-10	GT-16	GT-12	GT-9
SiO_2	75.02	75.07	75.30	75.48	75.57	75.64	76.54	76.71	76.95
TiO_2	0.08	0.18	0.09	0.09	0.09	0.07	0.02	0.09	0.09
Al_2O_3	13.21	14.00	14.05	13.30	13.23	13.11	12.72	12.90	12.72
Fe_2O_3	1.77	1.09	1.11	1.22	1.43	1.05	1.35	1.23	1.30
MnO	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
MgO	0.28	0.17	0.33	0.43	0.25	0.45	0.51	0.32	0.19
CaO	0.65	1.22	0.43	0.68	0.66	0.87	0.78	0.55	0.29
Na_2O	3.51	4.03	2.93	3.50	3.59	3.44	2.48	3.74	3.50
K_2O	4.26	2.78	4.86	3.99	3.81	4.14	3.43	3.77	3.39
P_2O_5	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02
LOI	1.00	1.30	0.70	1.20	1.20	1.10	2.00	0.50	1.40
Toplam	99.84	99.90	99.83	99.95	99.89	99.92	99.88	99.86	99.86
Co	0.50	1.10	0.90	0.30	0.30	0.40	0.60	0.80	0.20
Ni	3.90	1.50	3.10	2.80	2.40	2.50	3.10	3.60	2.50
V	8.00	14.00	11.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Cu	4.70	5.50	4.70	2.80	3.60	2.80	4.60	6.60	4.50
Pb	3.90	11.90	4.60	4.40	4.90	4.70	4.60	3.90	4.70
Zn	16.00	13.00	6.00	13.00	14.00	9.00	16.00	8.00	4.00
W	0.50	0.50	1.80	1.00	3.90	0.50	0.90	0.50	1.30
Rb	136.90	26.30	124.50	123.40	119.10	106.50	111.30	115.40	87.90
Ba	730.00	332.00	726.00	500.00	561.00	641.00	369.00	589.00	617.00
Sr	76.50	173.00	71.60	84.90	67.20	83.30	65.40	85.30	55.40
Ta	1.00	0.80	1.00	0.80	1.10	0.70	0.90	0.90	0.80
Nb	7.90	8.70	8.00	7.40	8.70	7.50	5.60	8.70	8.80
Hf	2.70	3.30	3.20	2.90	3.30	2.60	2.30	2.90	2.90
Zr	83.10	106.20	96.70	82.90	95.90	76.60	58.60	88.70	99.50
Ti	477.30	1073.92	536.96	536.96	536.96	417.63	119.32	536.96	536.96
Y	22.50	24.40	23.70	23.40	27.00	24.60	29.80	20.50	26.60
Th	12.10	14.50	14.80	12.90	14.10	12.70	13.80	12.30	11.20
U	4.00	2.90	3.00	3.70	3.10	2.10	4.80	2.90	1.90
Ga	14.90	13.10	14.60	14.00	16.20	15.10	14.20	14.50	14.40
Mg #	25.83	25.56	39.56	43.69	27.79	48.55	45.41	36.42	24.34
A /CNK (ASI)	1.14	1.18	1.29	1.18	1.18	1.12	1.57	1.15	1.28
K_2O/Na_2O	1.21	0.69	1.66	1.14	1.06	1.20	2.32	1.01	0.97

LOI:Toplam uçucu içeriği. Mg#=100xMgO/(MgO+$Fe_2O_3^T$). A/CNK=Mol Al_2O_3/(CaO+NaO+K_2O). Fe_2O_3: Toplam demir

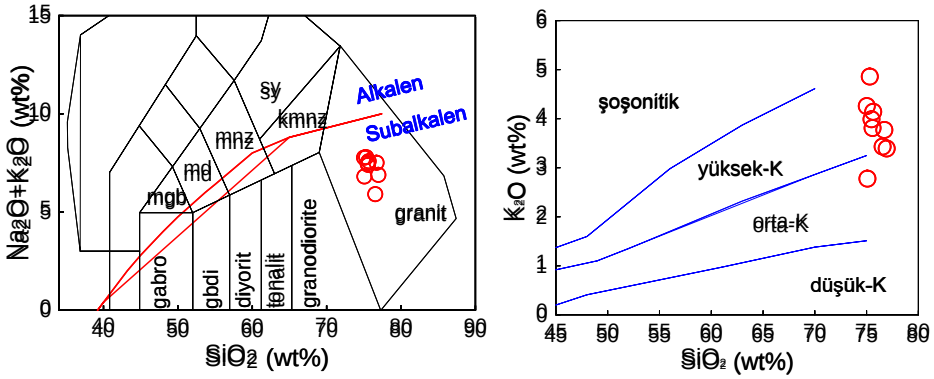
Tablo 3. Artabel Plütonu'na ait kayaçların nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç adı	granit								
Örnek No	GT-8	AVL-9	GT-7	GT-28	GT-14	GT-10	GT-16	GT-12	GT-9
La	25.70	34.30	29.30	24.40	25.20	23.20	19.40	24.50	30.70
Ce	49.00	60.80	54.20	49.20	49.70	45.50	43.40	46.20	55.60
Pr	5.18	6.00	5.78	4.83	5.10	4.69	4.84	4.86	5.99
Nd	17.70	20.80	19.60	17.70	18.40	15.90	18.70	17.30	23.10
Sm	3.65	3.12	4.10	3.29	3.66	3.66	4.10	3.32	4.19
Eu	0.48	0.67	0.52	0.48	0.46	0.53	0.42	0.44	0.45
Gd	3.61	3.37	4.25	3.16	3.99	3.55	4.15	3.20	3.99
Tb	0.60	0.57	0.72	0.57	0.63	0.64	0.72	0.54	0.68
Dy	3.76	3.38	4.05	3.49	4.11	3.79	4.44	3.07	4.20
Ho	0.80	0.74	0.81	0.78	0.90	0.80	0.90	0.62	0.95

Er	2.45	2.46	2.45	2.34	2.78	2.48	2.80	2.10	2.40
Tm	0.35	0.37	0.37	0.36	0.43	0.36	0.41	0.32	0.43
Yb	2.78	2.40	2.56	2.57	2.90	2.52	2.72	2.06	2.93
Lu	0.39	0.40	0.37	0.38	0.45	0.38	0.41	0.32	0.45
(Eu/Eu*)n	0.40	0.63	0.38	0.45	0.37	0.44	0.31	0.41	0.33
(La/Lu)n	6.82	8.88	8.20	6.65	5.80	6.32	4.90	7.93	7.06

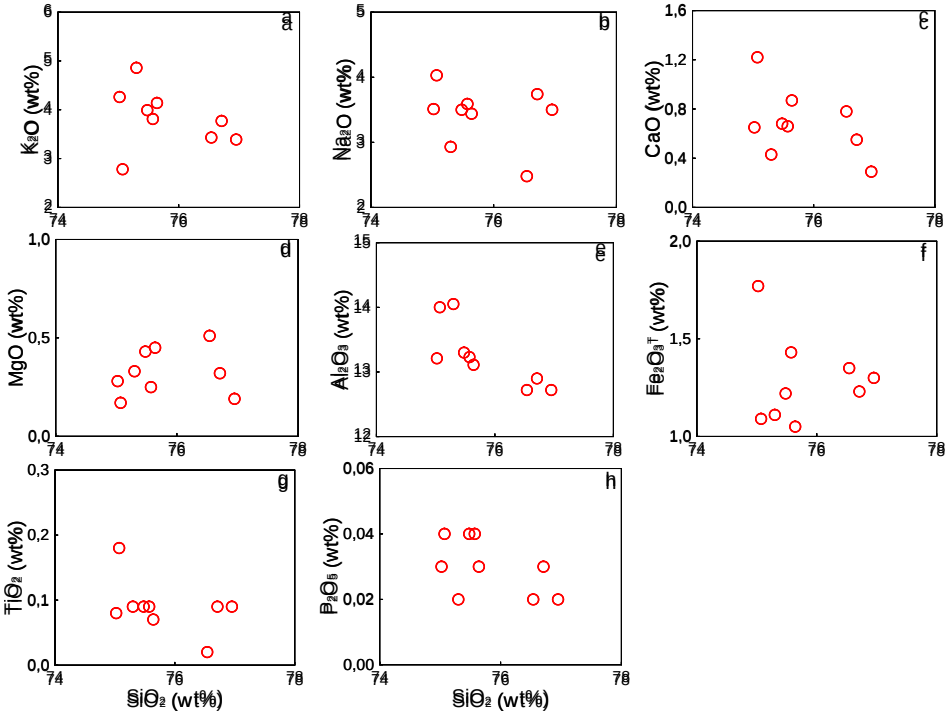
$Eu^*=(Sm+Gd)_N$ /2

K_2O'ye karşı SiO_2 diyagramında örnekler orta-yüksek potasyum içeriğine sahiptirler (Şekil 5b).



Şekil 5. Artabel Plütonu'na ait örneklerin (a) (Na_2O+K_2O)-SiO_2 sınıflama diyagramı (Middlemost, 1994), (b) K_2O-SiO_2 diyagramı (Le Maitre vd., 1989).

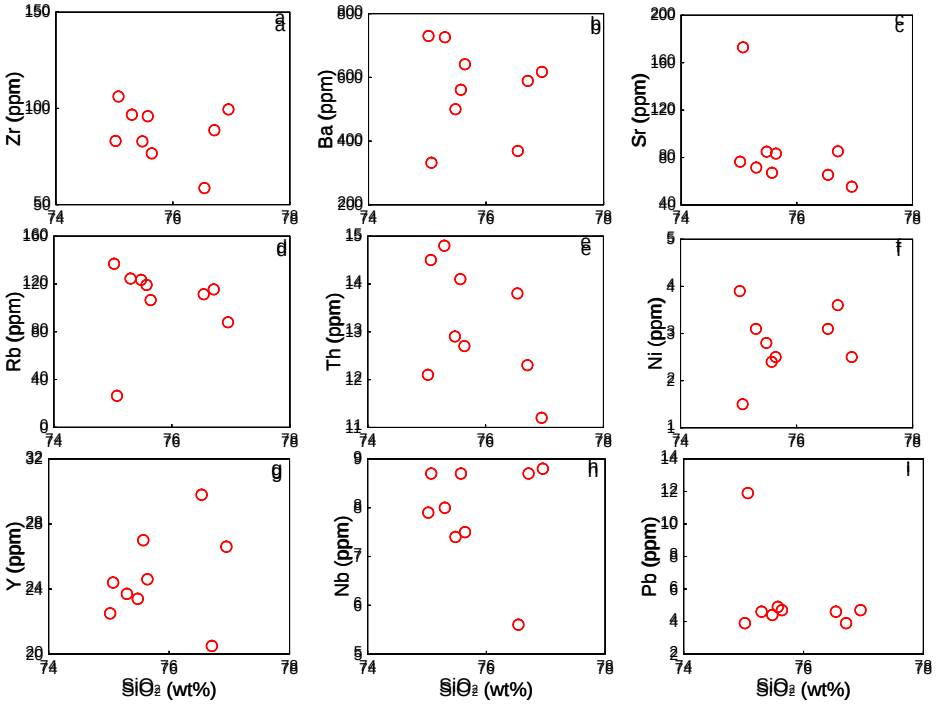
Ana element değişim diyagramlarında SiO_2'ye karşı TiO_2, P_2O_5, Al_2O_3, $Fe_2O_3^T$, CaO ve Na_2O arasında negatif bir korelasyon gözlenirken (Şekil 6), SiO_2 ile K_2O arasında pozitif bir ilişki görülür.



Şekil 6. Artabel Plütonu'na ait kayaçlarda SiO_2'ye karşı ana element değişimleri.

İz element değişim diyagramlarında ise SiO_2 attıkça Rb, Zr, Ba, Y ve Pb pozitif bir korelasyon gösterirken Th, Nb, Sr ve Ni'de ise negatif bir korelasyon görülür (Şekil 7).

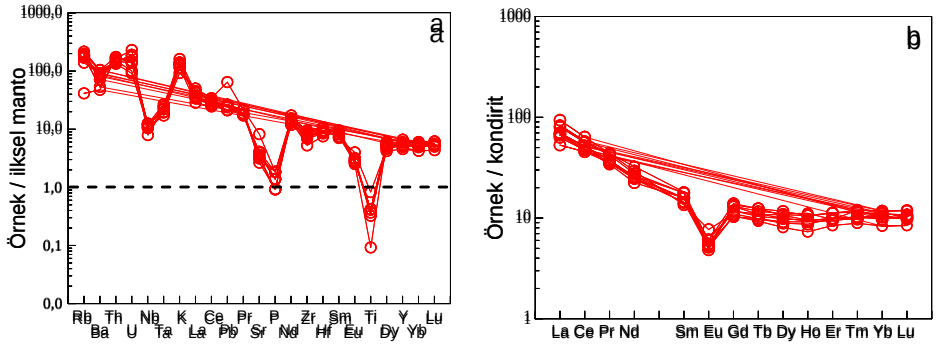
Artabel Plütonu'na ait kayaçlarda gözlenen iyi derecede korelasyonlar, bu kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristalleşmenin önemli bir rol oynadığını gösterir.



Şekil 7. Artabel Plütonu'na ait kayaçlarda SiO_2'ye karşı iz element değişimleri.

Örneklerin ilksel mantoya göre normallize edilmiş iz element dağılım diyagramında (Şekil 8a) genellikle zenginleşme görülür. Bu zenginleşme özellikle büyük iyon yarıçaplı elementlerde (LILE) (Rb, Ba, Th, U) daha fazladır. Özellikle Th ve Rb gibi elementlerde gözlenen zenginleşme kabuk etkisini gösterir (Şekil 8a). İncelenen kayaçlarda Nb, Ta, Ti, P'da belirgin negatif bir anomali gözlenir. Negatif Nb anomalisi, yitim bileşeni ve/veya kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilir.

Kayaçların kondirite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları Şekil 8b'de verilmiş olup, tüm örnekler genellikle birbirlerine paralellik gösterirler.



Şekil 8. Artabel Plütonu'na ait kayaçların a) ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989), b) kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element dağılımları.

Bu durum, plütonu oluşturan kayaçların aynı kökenden türediklerini gösterir. Kayaçlarda hafif nadir toprak elementler, orta ve ağır nadir toprak elementlere nazaran daha fazla zenginleşme gösterirler. Örneklerin $(La/Lu)_N$ değerleri 4.9-8.9 arasında olup, negatif Eu anomalisi ($Eu/Eu^*_{(n)}$ = 0.3-0.6) gösterirler (Şekil 8b).

9. Sonuçlar

1. Artabel Plütonu granit bileşimli kayaçlardan oluşmuş olup, başlıca plajiyoklas, kuvars, ortoklas, biyotit, muskovit ve Fe-Ti oksit minerallerini içerir.
2. Artabel Plütonu, genel olarak I-tipi, orta-yüksek derecede K içeriğine sahip, genellikle peralümin karakterli ve kalklkali özellik gösterir.
3. Ana ve iz element değişimleri, plütonun gelişiminde plajiyoklas ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu gösterir.

10. Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 113Y382) tarafından desteklenmiştir.

11. Kaynaklar

Ağar, Ü. 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, 59 s, İstanbul.

Akın, H. 1978. Geologie, Magmatismus und Lager-staettenbidung im ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik. Geologische Rundschau 68, 253- 283.

Altherr, R., Topuz, G., Siebel,W., Şen, C., Meyer, H.P., Satır, M. 2008. Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic characteristics of Paleocene plagioleucitites from the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 105, 149–161.

Arslan, M. ve Aslan, Z., 2006, Mineralogy, Petrography and Whole-rock Geochemistry of the Tertiary Granitic Intrusions in the Eastern Pontides (Turkey), Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177–193.

Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Kolaylı, H., Yücel, C., Boztuğ, D., Şen, C. 2013. ^{40}Ar-^{39}Ar dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): Implications for magma evolution in extension-induced origin, Contributions to Mineralogy and Petrology, 166, 113–142.

Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Kurt, H., 1997, Geochemistry and petrogenesis of the eastern Pontide volcanic rocks, Northeast Turkey: Chemie der Erde, 57, 157–187.

Aydın, F., Karslı, O., Chen, B. 2008. Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post–collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, Lithos, 104, 249–266.

Aydınçakır, E., 2014, The Petrogenesis of Early-Eocene non-adakitic volcanism in NE Turkey: Constraints on geodynamic implications: Lithos, 208, 361–377.

Aydınçakır, E., 2016. Subduction-related Late Cretaceous high-K volcanism in the Central Pontides orogenic belt: Constraints on geodynamic implications, Geodinamica Acta, 28(4), 379-411.

Aydınçakır, E., Şen, C. 2013. Petrogenesis of the post-collisional volcanic rocks from the Borçka (Artvin) area: implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 172-173, 98–117.

Boynukalın, S. 1990. Dereli (Giresun) baraj yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi ve çevre kayaçlarının jeomekanik özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Boztug, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I., İskenderoğlu, A., 2006. Geochemical Characteristics of the Composite Kaçkar Batholith Generated in A Neo-Tethyan Convergence System, Eastern Pontides, Turkey. J. Asian Earth Sci. 27, 286-302.

Boztuğ, D., Jonckheere, R.C, Wagner, G.A., Yeğingil, Z. 2004. Slow Senonian and fast Paleocene-early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: Apatite fission-track results, Tectonophysics, 382, 3–4, 213–228.

Çoğulu, E., 1975, Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar. İ.T.Ü. Yayım, 1034, İstanbul, 112 s.

Dilek, Y. 2006. Collision tectonics of the Eastern Mediterranean region: Causes and consequences, Geological Society of America, Special Paper, 409, 1–13.

Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model fort he Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse Composite Pluton. Gondwana Research 19, 926-944.

Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karslı O., Siebel, W., Derman A.S., Turan, M., 2017. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere. The Journal of Geology, 0022-1376.

Dokuz, A., Karslı, O., Chen, B., and Uysal, İ., 2010, Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides: Tectonophysics, 480, 259–279.

Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, MMLS Tezi, KÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey. International Geology Review, 52 (2-3), 142-186.

Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Dudas, F.O., Santosh, M., Akaryali, E., 2011, Transition From Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Slab Window Melting, Gondwana Research, 19, 413–429.

Eyüboğlu, Y., Dudas F.O., Santosh, M., Y.I.K., Kwon, S., Akaryali, E., 2013, Petrogenesis and U-Pb Zircon Chronology of Adakitic Porphyries Within the Kop Ultramafic Massif (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey), Gondwana Research, (in press).

Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O., Thorkelson, D., Zhu, D.C., Liu, Z., Chatterjee, N., Yi, K., Santosh, M., 2017, Eocene granitoids of northern Turkey: Polybaric magmatism in an evolving arc–slab window system: Gondwana Research, 50, 311–345.

Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F,O., Akaryalı, E., Chung, S,L., Akdağ, K., Bektaş, O.,2013. The Nature of Transition from Adakitic to non-adakitic Magmatism in a Slab- Window Setting: A Synthesis From the Eastern Pontides, NE Turkey. Geosci. Front. 4, 353-375.

Gedikoglu, A., Pelin, S., Özsayar, T., 1979. The main Lines of Geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic era, Geocome-I, 555-580.

Gülmez, F., Genç, Ş.C., Prelević, D., Tüysüz, O., Karacık, Z., Roden, M.F., Billor, Z., 2016, Ultrapotassic volcanism from the waning stage of the Neotethyan subduction: a key study from the İzmir–Ankara–Erzincan suture belt, Central Northern Turkey: Journal of Petrology, 57 (3), 561–593.

Güven, İ.H., 1993, Doğu Pontidlerin 1:25000 ölçekli kompilasyonu: MTA Genel Müdürlüğü, Ankara (unpublished).

Kandemir, R., Yılmaz, C. 2009. Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean, Journal of Asian Earth Sciences, 34, 586–598.

Karslı, O., Chen, B., Aydın, F., Şen, C., 2007, Geochemical and Sr-Nd-Pb Isotopic Compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications

for Magma İnteraction in the Genesis of High-K Calc-Alkaline Granitoids in a Postcollision Extensional Setting, Lithos, 98, 67–96.

Karslı, O., Dokuz A, and Kandemir, R., 2017, Zircon Lu-Hf isotope systematics and U-Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gokçedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere: Contributions to Mineralogy and Petrology, 172, 1–31.

Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010, Relative Contributions of Crust and Mantle to Generation of Campanian High-K Calc-Alkaline I-Type Granitoids in a Subduction Setting, With Special Reference to the Harşit Pluton (Eastern Turkey), Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 467–487.

Karslı, O., Uysal, İ., Ketenci, M., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., 2011. Adakite-like Granitoid Porphyries in Eastern Pontides, NE Turkey: Potential Parental Melts and Geodynamic Implications. Lithos 127, 354-372.

Kaygusuz, A., Chen, B., Aslan, Z, Siebel, W., Şen, C., 2009. U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of the Early Cretaceous I-Type Sarıosman Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 549–581.

Kaygusuz, A, Aydınçakır, E., 2011, Petrogenesis of a Late Cretaceous Composite Pluton from the Eastern Pontides: the Dağbaşı Pluton, NE Turkey, Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 188/3, 211–233.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Şen, C. 2011. Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of post-collisional calc-alkaline volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137–159.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., 2016. U-Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution. Gondwana Research, 39, 327–346.

Kaygusuz, A., Merdan Tutar, Z., Yücel, C., 2017, Mineral chemistry, crystallization conditions and petrography of Cenozoic volcanic rocks in the Bahçecik (Torul/Gümüşhane) area, Eastern Pontides (NE Turkey): Journal of Engineering Research and Applied Science, 6 (2), 641–651.

Kaygusuz, A., Öztürk, M., 2015. Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontide, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism. Journal of Asian Earth Sciences, 108, 97-116.

Kaygusuz, A., Siebel, W., İlbeyli, N., Arslan, M., Satır, M., Şen, C., 2010, Insight Into Magma Genesis at Convergent Plate Margins – A Case Study From the Eastern Pontides (NE Turkey), Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 187/3, 265– 287.

Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C., Satır, M., 2008, Petrochemistry and Petrology of I-Type Granitoids in an Arc Setting: The Composite Torul Pluton, Eastern Pontides (NE Turkey), International Journal of Earth Sciences, 97, 739 –764.

Kaygusuz, A., Şahin, K., 2016. Petrographical, geochemical and petrological characteristics of Eocene volcanic rocks in the Mescitli area, Eastern Pontides (NE Turkey), Journal of Engineering Research and Applied Science, 5 (2), 473-486.

Kaygusuz, A., Yücel, C., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., Çakmak, G., Güloğlu, Z.S., 2018, Petrography, mineral chemistry and crystallization conditions of Tertiary plutonic rocks located to the north of Bayburt (Eastern Pontides, Turkey): Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 157, 75–102.

Ketin, İ., Canıtez, N. 1972. Yapısal jeoloji, İ.T.Ü Matbaası, Gümüşsüyü, 869, 520s.

Le Maitre. R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J.. Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., Zanettin, B., 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 193 pp.

Middlemost, E.A.K., 1994, Naming Minerals in the Magma/Igneous Rock System, Earth Sciences Review, 37, 215–224.

MTA, 2002. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea ve Surrounding Region, AAPG Mem, 68, 291-311.

Okay, A.İ., Tüysüz, O., 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey. Geological Society of London, Special Publications 156, 475-515.

Özsayar, T., Pelin, S., Gedikoğlu, A. 1981. Doğu Pontidler'de Kretase, KTÜ., Yerbilimleri Dergisi, 2, 65–114.

Pelin, S. 1977. Alucra (Giresun) Güneydogu yöresinin petrol olanakları bakımından jeolojik incelenmesi, K.TÜ. Yayınları, 87, 103s, Trabzon.

Saydam Eker, C., Sipahi, F. ve Kaygusuz A., 2012. Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE, Turkey, Chemie der Erde, 72, 167-177 pp.

Sipahi, F., Akpınar, İ., Saydam Eker, Ç., Kaygusuz, A., Vural, A., ve Yılmaz, M., 2017, Formation of the Eğrikar (Gümüşhane) Fe–Cu skarn type mineralization in NE Turkey: U–Pb zircon age, lithogeochemistry, mineral chemistry, fluid inclusion, and O-H-C-S isotopic compositions: Journal of Geochemical Exploration, 182, 32–52.

Streckeisen, A., 1976, To Each Plutonic Rock its Proper Name, Earth Sciences Review, 12, 1-33.

Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989, Chemical and Isotope Systematicsof Oceanic Basalts; Implication for Mantle Compositionsand Processes. in: Saunders AD, and Nory MJ, (eds.): Magmatismin the Ocean Basins, Geological Society of London, Special Publication, 42, 313–345.

Şen, C. 2007. Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: Is it rift related or subduction related? Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 523–539.

Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985, The Continental Crust; its Composition and Evolution Geoscience Text, Blackwell Scientific Publication.

Temizel, İ., Abdioğlu Yazar, E., Arslan, M., Kaygusuz, A., and Aslan, Z., 2018, Mineral chemistry, whole-rock geochemistry and petrology of Eocene I-type Shoshonitic plutons in the Gölköy area (Ordu, NE Turkey): Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 157, 121-152.

Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G., Peucat, J.J. 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr–Nd isotopic systematics of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: implications for extension–related origin and mantle source characteristics, Lithos, 128, 126–147.

Temizel, İ., Arslan, M., Yücel, C., Abdioğlu Yazar, E., Kaygusuz, A., Aslan, Z., 2019, U-Pb geochronology, bulk-rock geochemistry and petrology of Late Cretaceous syenitic plutons in the Gölköy (Ordu) area (NE Turkey): Implications for magma generation in a continental arc extension triggered by slab roll-back: Journal of Asian Earth Sciences, 171, 305-320.

Temizel, İ, Arslan, M., Abdioğlu, E., Yücel, C. 2014. Mineral chemistry and thermobarometry of the Eocene monzogabbroic stocks from the Bafra (Samsun)

area in Turkey: implications for disequilibrium crystallization and emplacement condition, International Geology Review, 56(10), 1226–1245.

Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. ve Meyer, H.P., 2007. Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex. Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 96, 861-873.

Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M., Dokuz, A., 2005, Post-Collisional Plutonism With Adakite-Like Signatures: the Eocene Saraycik Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey). Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441–455.

Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W.H., Zack, T., Hasözbek, A., Barth, M., Satır, M., Şen, C., 2010, Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: the Gümüşhane Pluton (NE Turkey), Lithos, 116, 92–110.

Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satir, M. ve Şen, C., 2011. Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 125, 131-150.

Ustaömer, T., Robertson, A.H.F., Ustaömer, P.A., Gerdes, A., and Peytcheva, I., 2013, Constraints on Variscan and Cimmerian magmatism and metamorphism in the Pontides (Yusufeli–Artvin area), NE Turkey from U–Pb dating and granite geochemistry: In: Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., (eds.), Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region: Geological Society of London Special Publications, 372, 49–74.

Vural, A. 2019. Evaluation of soil geochemistry data of Canca area (Gümüşhane, Turkey) by means of inverse distance weighting (Idw) and kriging methods-preliminary findings. Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 158, 195-216.

Vural, A., 2017. K-Ar Dating for determining the age of mineralization as alteration product: A case study of antimony mineralization vein type in granitic rocks of Gümüşhane area, Turkey. Acta Physica Polonica A, 132 (3), 792-795.

Vural, A., Çorumluoğlu, Ö., Sabri, İ., 2017. Remote sensing technique for capturing and exploration of mineral deposit sites in Gümüşhane metallogenic province, NE Turkey. Journal of the Geological Society of India, 90 (5), 628-633.

Vural, A., Erdoğan, M., 2014. Eski Gümüşhane Kırkpavli alterasyon sahasında toprak jeokimyası çalışması, Gümüşhane, Türkiye. GÜFBED/GUSTIJ, 4 (1), 1-15.

Vural, A., Kaygusuz, A., 2016. Avliyana (Torul-Gümüşhane) Antimonit Cevherleşmesinin Jeolojisi-Mineralojisi ve Kökeninin Araştırılması, TÜBİTAK PROJESİ, Proje No: 113Y382.

Yılmaz, S., Boztuğ, D., 1996, Space and Time Relations of Three Plutonic Phases in the Eastern Pontides (Turkey), International Geology Review, 38, 935–956.

Yılmaz, Y., 1972, Petrology and Structure of the Gümüshene Granite and Surraunding Rocks, North-Eastern Anatolia. PhD Thesis, University of London, 260 pp.

Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ., Yazar, E.A., and Ruffet, G., 2017, Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey): Gondwana Research, 45, 65–86.

Yücel. C., Arslan, M., Temizel, İ., and Abdioğlu, E., 2014, Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides, northeast Turkey: implications for pre-eruptive crystallization conditions and magma chamber processes: Mineralogy and Petrology, 108, 439–467.

Gestasyonel Diabetli Hastalarda Serum Ürik Asit ve Kreatinin Düzeylerinin İncelenmesi

Nihayet Bayraktar[1], Hacer Uyanıkoğlu[2], Hasip Taş[1]

[1]Harran Üniversitesi,Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD

[2]Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kadın Doğum Hastalıklar ABD

Giriş ve Amaç:

Ürik asit pürinlerin yıkımı ile oluşur. Ürik asit seviyeleri, yaşam tarzıyla ilgili olanlar da dahil olmak üzere birçok hastalıkla ilişkilidir. Bu çalışmanın amacı, fizyolojik gebelik ve gestasyonel diyabetes mellitus (GDM) olan gebelerde UA ve kreatinin düzeyleri üzerine klinik etkisini değerlendirmek.

Materyal ve Metot:

Bu çalışma Harran üniversitesi eğitim araştırma hastanesi, kadın hastalıkları ve jinekoloji bölümüne gelen Hamile kadınlarda 32 GDM'lü hasta ve 32 sağlıklı gebe grubu seçildi. Gebe kadınlarda ve sağlıklı gebelere oral glukoz tolarase testi ve spot idrar testleride yapıldı. GDM'lü gebelerin kan glukoz değerleri 150 mg/dl ve üzeri olan hastalar çalışmaya dahil edildi. GDM'lu hastaların yaş ortalaması (27.73±5.14) ve kontrol gruplarının (27.37 ± 4.14) yıl idi. Bu çalışmada GDM'li olgularda serum ürik asit ve kreatinin düzeyleri Archem diagnostik abbott architect biyokimya otoanalizöründe çalışıldı.

Bulgular:

Bu çalışmada GDM'li hastalarda serum ürik asit ve kreatinin düzeyleri sağlıklı gebeler ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek bulundu ($p < 0.05$).

Tarışma ve Sonuç:

GDM'li hastalarda hiperüriseminin, insülin direncini yansıtan metabolik sendromun bir bileşeni olduğu ve kreatinin seviyeleri ile pozitif korelasyon gösterilmiştir. Gebelik hiperürisemi, proteinüri ve hipertansiyon ile birlikte yüksek oranda maternal ve fetal komplikasyonlara neden olmaktadır. Sonuç olarak; GDM'de normal gebelere göre serum kreatinin ve ürik asit düzeylerinde belirgin bir değişiklik saptandı.

Anahtar kelimeler:

GDM, ürik asit, kreatinin

Serum Uric Acid and Creatinine Levels

in Patients with Gestational Diabetes

Introduction and purpose:

Uric acid is formed by the destruction of purines. Uric acid (UA) levels are associated with many diseases, including those related to lifestyle. The aim of this study was to evaluate the clinical effect of UA and creatinine levels in pregnant women with physiological pregnancy and gestational diabetes mellitus (GDM).

Material and Method:

This study included 32 patients with GDM and 32 healthy pregnant women who attended to Department of Gynecology and Gynecology, Education and Research Hospital, Harran University. Oral glucose tolarence test and spot urine test were performed in GDM pregnant women and healthy pregnant women. Patients with GDM who had blood glucose levels of 150 mg / dl or more were included in the study. The mean age of the patients with GDM (27.73 ± 5.14 years) and the control group (27.37 ± 4.14 years). In this study, serum uric acid and creatinine levels in GDM patients were studied in Archem Diagnostic Abbott Architect Biochemistry Autoanalyser.

Results:

In this study, serum uric acid and creatinine levels were significantly higher in patients with GDM compared to healthy pregnant women ($p < 0.05$).

Discussion and Conclusion:

Hyperuricemia has been shown to be a component of metabolic syndrome reflecting insulin resistance and positively correlated with creatinine levels in patients with GDM. Pregnancy causes hyperuricemia, proteinuria and hypertension together with a high rate of maternal and fetal complications. As a result; There was a significant change in serum creatinine and uric acid levels in GDM compared to normal pregnant women.

Keywords:

GDM, Uric acid, Creatinine

Giriş:

Gestasyonel diyabet melituslu (GDM) gebelerde, gebelik öncesinde diyabet yoktur. Gebelik sırasında bazı hormonlar bebeğin gelişimi için normalden daha fazla salgılanır. Bu da kan

şekerinin yükselmesine neden olur(1,2). Ürik asit, hücre dışı antioksidan işlevi olan pürin metabolizmasının bir terminal ürünüdür; Bununla birlikte, UA seviyeleri, yaşam tarzıyla ilgili olanlar da dahil olmak üzere birçok hastalıkla ilişkilidir. Artmış UA seviyeleri, hastalıkların bir patolojik mekanizmasının belirleyicisidir (2,3). UA üretimi, hipoksantinden ksantine (X) oksidasyona katalizleyen ve ardından X'den UA'de (3), oksidasyonu katalize eden bir enzim, ksantin oksidoredüktaz ile sağlanır. Tipik gut hastalığında görülen uzun vadeli hiperürisemi (yani, kadınlarda 360 µmol / L'den yüksek, erkeklerde ise 420 µmol / L'den yüksek seviyeler) tümör lizis sendromuyla ilişkili gut veya hatta kısa süreli yükselmelere yol açabilir (4). Böbreklerde ve diğer dokular sınırlı çözünürlüğüne ve atık ürünün dönüşümüne rağmen, UA böbrek ve bağırsakta büyük oranda (~% 90) emilir ve kana geri döner (3). Artan UA üretimi, böbreklerde UA boşaltımı veya her ikisinin de sonucu olarak ortaya çıkabilir (4,5). Serum UA düzeyleri önemli genetik bileşenler göstermektedir; UA seviyelerini etkileyen 28 tek nükleotid polimorfizmi (SNP) genom genelinde birleşme yaklaşımı kullanılarak şimdiye kadar tanımlanmıştır (5). Serum kreatinin konsantrasyonu, glomerüler filtrasyon hızının (GFR) bir ölçüsü olarak yorumlanır ve klinik uygulamada böbrek fonksiyonunun bir indeksi olarak kullanılır (6). Bununla birlikte, kreatinin glomerüler filtrasyonu, serumdaki konsantrasyonunu belirleyen değişkenlerden sadece biridir (5,7). Renal işleme ve kreatinin metabolizmasındaki değişiklikler ve ölçümündeki metodolojik etkileşimler kreatinin serum konsantrasyonu üzerinde derin bir etkiye sahip olabilir (7,8). Serum kreatinin konsantrasyonunu doğru yorumlamak için gerekli olan fizyoloji, metabolizma ve analitik kimyanın temel prensiplerini gözden geçirilmiştir.

Hiperürisemi ve kreatinin temel olarak viseral obezite, hipertansiyon, dislipidemi, insülin direnci, diabetes mellitus, GDM, yaşlanma gibi tüm metabolik sendrom bileşenleriyle ilişkilidir (9) ve birçok çalışma UA'nın metabolik sendromun işaretlerinden biri olduğunu göstermiştir (11,12). Çok sayıda sınırlamaya rağmen, serum kreatinin yararlı bir klinik araç olmaya devam etmektedir, ancak daha kesin böbrek fonksiyon ölçümleri gereklidir. Sağlık muayenesinde rutin olarak kapsamlı bir metabolik panelin veya temel metabolik panelin bir parçasıdır.

Bu çalışmanın amacı, fizyolojik gebelik ve GDM ile komplike olan gebeli kadınlarda gebelik ve doğum sırasında UA ve kratinin düzeyleri değerlendirmek ve bunların üzerine klinik etkilerini saptamaktır.

Materyal ve Metot:

Bu çalışma Harran üniversitesi eğitim araştırma hastanesi, kadın hastalıkları ve jinekoloji bölümüne gelen gebe kadınlarda 32 GDM'lü hasta ve 32 sağlıklı gebe grubu seçildi. GDM'lu ve sağlıklı gebe kadınlarda Oral glukoz tolarase testi ve ayrıca spot idrar testi yapıldı, glukoz kan değerleri ölçüldü. GDM'lu gebe kadınlarda 150 mg/dl ve üzeri olan hastalar çalışmaya dahil edildi. GDM'lu hastaların yaş ortalaması (27.73±5.14) ve sağlıklı kontrol gruplarının (27.37 ± 4.14) yıl idi. Bu çalışmada GDM'li olgularda serum ürik asit ve kreatinin düzeyleri Archem diagnostik abbott architect biyokimya otoanalizöründe çalışıldı.

Bulgular:

Bu çalışmada olgularda serum kreatinin düzeylerinin ve serum ürik asit düzeyleri sağlıklı gebelerle karşılaştırıldığında anlamlı bulundu ($p < 0.001$; Tablo 1).

Tablo 1: GDM'li hastalarda ve sağlıklı gebelerde UA ve kreatinin değerleri.

Parametreler	GDM'lu Hasta gurubu Ortalama ±Değerleri	Sağlıklı Kontrol gurubu Ortalama ±Değerleri	Anlamlılık Değerleri
Ürik Asit (mg / dl)	9.48 ± 2.41	4.52 ± 0.7 4	P <0.05
Kreatinin (mg / dl)	1.09 ± 0.16	0.69 ± 0.16	P <0.05

Tartışma:

UA vücüdümüzdaki purin nukleotidleri olan guanilik asit, inozinik asit, adenilik asit ve adenozin trifosfat katabolizmasının son ürünüdür. Endojen ve ekzojen kaynaklıdır. Endojen kaynak, karaciğer, kas, ince barsaklar, böbrek ve vaskuler endotel gibi dokulardan oluşturulmaktadır (1, 2). Ekzojen kaynak ise daha çok hayvansal gıdalarla alınmakla birlikte meyve fruktozundan da oluşturulmaktadır (1,13). Hiperürisemi genel olarak serum veya plazma UA konsantrasyonlarının 7,0 mg/dL'den yüksek olduğu durumdur (3,14). UA düzeyi 6,8 mg/dL'den daha yüksek olduğunda kristalize olmakta ve çökmektedir. UA yüksekliği daha cok Gut hastalığı ile anılır hale gelmesine rağmen, diğer bazı hastalıklardaki önemi yansıdamaz. Hiperurisemi; hipertansiyon, preeklampsi, vaskuler hastalıklar, renal hastalık ve kardiyovaskuler olaylarla ilişkilidir (15). Ayrıca, UA için antioksidan ve proinflamatuvar bir etki mekanizması da söz konusudur (12). Normal düzeylerde toksik reaktanları temizlediği ve dokuyu oksidatif strese karşı koruduğu bildirilmekte iken (4,16) oksidatif stres olduğunda da Çalışmamızda GDM'lu hastalarda serum ürik asit ve kreatinin değerleri normal gebeler ile karşılaştırldığında anlamlı olarak yüksek bulundu. Serum ürik asit düzeylerinin artması (5) vücüdümüzdaki ürik asit dengesinin durumunu göstermektedir(1,15). Ayrıca GDM da hiperüriseminin, insülin direncini yansıtan metabolik sendromun ikinci bileşeni kreatinin gebelik hiperürisemi, proteinüri ve hipertansiyon ile birlikte yüksek oranda maternal ve fetal komplikasyonlarla anlamlı olarak ilişkili olduğu gösterilmiştir (16).

GDM ilk önce gebeliğin ikinci veya üçüncü trimesterinde tanı konan diyabet olarak tanımlanmıştır (Fizyolojik hamilelik sırasında, serum UA düzeyleri normalde glomerüler filtrasyonun ciddi bir şekilde artması, böbrek tübüllerinde yeniden emilimin azalması ve

östrojenin etkisi nedeniyle yaklaşık olarak 24. haftaya kadar düşer; ancak, UA seviyeleri daha sonra dönem boyunca normale döner. UA maternalden fetal dolaşıma serbestçe transfer olur ve yavru ağırlığı ile UA seviyeleri arasındaki negatif korelasyonlar tekrar tanımlanır (16,17). Gebeliğin ortalarında insülin direnciyle artmış UA düzeylerini ilişkilendirmişler ve aynı çalışmada hiperürisemi düşük doğum ağırlığı ile ilişkiliydi (18).

GDM ile komplike olan hamilelik sırasındaki ve GDM öyküsü olan kadınlarda doğum sonrası dönemde UA düzeyleriyle ilgili mevcut bilgi tartışmalıdır. Son zamanlarda, Leng at al (19) daha önce GDM'si olan Çinli kadınlar arasında doğum sonrası prediyabet gelişiminin risklerini değerlendirmiş ve prediyabet riski ile sürekli bir değişken olarak pozitif bir ilişki bulmuşlarır (19).

Sonuç olarak; Bu nedenle ürik asit ve kretinin düzeylerine, GDM'lu hastalarda, sağlık sorunlarına erkenden müdahale edilebilmesi için, ürik asit ve kretinin değerlerine bakılmalıdır, çıkan sonuçların yorumların klinik bulgularla birlikte iyi yapılmalıdır.

Kaynaklar

1. Kalra S, Kalra B, and Gupta Y. Glycemic Management after Antenatal Corticosteroid TherapyN Am J Med Sci. 2014; 6(2): 71–76.
2. Maiuolo J, Oppedisano F, Gratteri S, Muscoli C, Mollace V. Regulation of uric asid metabolism and excreation. Int J Cardiol. 2016; 15;213:8-14.
3. Ozler S, Oztas E, Gumus Guler B, Erel O, Turhan Caglar A, et.al. Are serum levels of ADAMTS5, TAS and TOS at 24-28 gestational weeks associated with adverse perinatal outcomes in gestational diabetic women? J Obstet Gynaecol. 2019; 17:1-7.
4. Pleskacova A, Bartakova V, Chalasova K, Pacal L, Kankova K, et al. Uric Acid and xanthine levels in pregnancy complicated by gestational diabetes mellitus-the effect on adverse pregnancy outcomes. Int J Mol Sci. 2018; 21;19(11).
5. Kocak MZ, Aktas G, Duman TT, Atak BM, Savli H. Is Uric Acid elevation a random finding or a causative agent of diabetic nephropathy? Rev Assoc Med Bras (1992). 2019; 10;65(9):1155-60.
6. Deng C, Li QH, Yang LJ, Liang JJ, Mo YQ, et al. Characteristics and clinical significance of body composition in gout patients. Zhonghua Nei Ke Za Zhi. 2019; 1;58(10):751-757.
7. Bainbridge S.A., Roberts J.M. Uric acid as a pathogenic factor in preeclampsia. Placenta. 2008;29(Suppl.A):S67–S72.
8. Nakatochi M, Kanai M, Nakayama A, Hishida A, Kawamura Y Genome-wide meta-analysis identifies multiple novel loci associated with serum uric acid levels in Japanese individuals. Commun Biol. 2019; 8;2:115.

9. Commun Biol. 2019; 8;2:115. Güngör E.S., Danişman N., Mollamahmutoğlu L. Relationship between serum uric acid, creatinine, albumin and gestational diabetes mellitus. Clin. Chem. Lab. Med. 2006;44:974–77.
10. Molęda P, Fronczyk A, Safranow K, Majkowska L. Is Uric Acid a Missing Link between Previous Gestational Diabetes Mellitus and the Development of Type 2 Diabetes at a Later Time of Life? PLoS One. 2016; 11;11(5):15-9.
11. Roberts J.M Bodnar L.M., Lain K.Y., Hubel C.A., Markovic N., Ness R.B., Powers R.W. Uric acid is as important as proteinuria in identifying fetal risk in women with gestational hypertension. Hypertension. 2005;46:1263–69.
12. Chang FM, Chow SN, Huang HC, Hsieh FJ, Chen HY, et al. The placental transfer and concentration difference in maternal and neonatal serum uric acid at parturition: Comparison of normal pregnancies and gestosis. Biol. Res. Pregnancy Perinatol. 1987;8:35
13. Laughon S.K., Catov J., Roberts J.M. Uric acid concentrations are associated with insulin resistance and birthweight in normotensive pregnant women. Am. J. Obstet. Gynecol. 2009;201:582–9.
14. Laughon S.K., Catov J., Powers R.W., Roberts J.M., Gandley R.E. First trimester uric acid and adverse pregnancy outcomes. Am. J. Hypertens. 2011;24:489–95.
15. Zhao H, Li H, Chung ACK, Xiang L, Li X, Zheng Y, et al. Large-Scale Longitudinal Metabolomics Study Reveals Different Trimester-Specific Alterations of Metabolites in Relation to Gestational Diabetes Mellitus. J Proteome Res. 2019; 4;18(1):292-300.
16. Şahin Aker S, Yüce T, Kalafat E, Seval M, Söylemez F.Association of first trimester serum uric acid levels gestational diabetes mellitus development.Turk J Obstet Gynecol. 2016;13(2):71-74.
17. Wolak T., Sergienko R., Wiznitzer A., Paran E., Sheiner E. High uric acid level during the first 20 weeks of pregnancy is associated with higher risk for gestational diabetes mellitus and mild preeclampsia. Hypertens. Pregnancy. 2012;31:307–15.
18. Mishu FA, Baral N, Ferdous N, Nahar S, Khan NZ, et al. Estimation of Serum Creatinine and Uric Acid in Bangladeshi Gestational Diabetic Mother Attending in Tertiary Care Hospital. Mymensingh Med J. 2019; 28(2):352-5.
19. Leng J, Wang L, Wang J, Li W, Liu H, Zhang S, Li L, Tian H, Xun P, Yang X, Yu Z, Hu G. Uric acid and diabetes risk among Chinese women with a history of gestational diabetes mellitus. Diabetes Res Clin Pract. 2017 Dec;134:72-9.

Hastanemize Başvuran Bağışıklık Sistemi Baskılanmış Hastalarda *Cryptosporidium spp.* ve *Giardia intestinalis* Sıklığının Araştırılması

Mehmet BAYRAKTAR,[1] MEDİNE CÖMERT[2]

[1]Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji ABD,Şanlıurfa

[2]Harran Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Şanlıurfa

ÖZET

Giardia intestinalis ve *Cryptosporidium spp*, türleri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ve ishale neden olan bağırsak parazitleridir. Özelikle bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda ve çocuklarda tedavi edilemediğinde ölümcül olabilmektedir. Fekal-oral yol ile bulaşa sebep olan bu parazitler özelikle bağışıklık sistemi baskılanmış kişileri tehdit etmektedirler. Bu çalışmamızda hastanemize başvuran bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis* görülme sıklığı amaçlandı. Parazit antijenlerinin saptanmasında immunkromatografik metot ve Kinyoun asit fast boyama kullanıldı. Bu çalışma Ocak 2017 ve Ocak 2019 yılları arasında Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesine başvuran yaşları 1-89 arasında değişen bağışıklık sistemi baskılanmış ve ishalli toplam 100 hastanın dışkı örnekleri hastanemiz Klinik Mikrobiyoloji Laboratuvarında; immunkromatografik metot ile *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis* antijenleri arandı. Nativ-lugol ve Kinyoun asit fast boyama ile ookist, kist-trofozoit incelendi. Toplam 8 hastada *Giardia intestinalis* pozitif görüldü bunların 7'si çocuk hasta iken 1'i yetişkin kadın hasta olduğu tespit edildi. Hastaların 3'ünde ise *Cryptosporidium spp* pozitif görüldü 2 hasta çocuk hasta iken, 1'i yetişkin kadın hasta olduğu görüldü. Sonuç olarak, dışkıda antijen arayan immunkromatografik metodun maliyeti yüksek olmasına rağmen çalışması kolay, erken sonuç vermesi ve etkensel tanı yöntemlerindeki zorluklara yardımcı olduğu görülmektedir. Sonuçlarımız ayrıca hem *Cryptosporidium* hem de *Giardia intestinalis*'in bağışıklık sistemi baskılanmış çocuk hastalarda daha fazla saptandığını göstermiştir. Sınırlı sayıda araştırılmış örnek bulunmasına rağmen, bulgularımız bu iki parazitten kaynaklı enfeksiyonların Türkiye'de veya Avrupa ülkelerinde yapılan diğer çalışmalardaki görülme sıklığından daha yüksek olduğunu gösterdi.

Anahtar sözcükler: *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium spp*, Kromatografik Metot, Kinyoun Asit-Fast, Bağışıklık Sistemi Baskılanmış, İshal

Investigation Frequency of *Cryptosporidium spp.* and *Giardia intestinalis* in Patients Admitted to our Hospital with Suppressed Immune System

Mehmet BAYRAKTAR,[1] Medine CÖMERT[2]

[1]Harran University, Faculty of Medicine, Üniversitesi, Dept. of Medical Microbiology, Şanlıurfa

[2]Harran University, Education and Teaching Hospital

ABSTRACT

Giardia intestinalis and *Cryptosporidium spp.* are important agents causing diarrhea in developing and developed countries. These agents cause severe life-threatening diarrhea especially in immunocompromised people and children. Transmission of both of parasites is by of ingestion of contaminated water and food (fecal-oral route). They threat public health especially immunocompromised individuals. In this study, we aimed to investigate the incidence of *Cryptosporidium spp* and *Giardia intestinalis* antigens in the feces of immunocompromised patients by using immunochromatography, native lugol and Kinyon acid-fast methods. In this study, 100 stool specimens taken from patients, between 1 to 89 years ages, were investigated at Harran University Research and Education Hospital, Medical Microbiology Laboratory, between January 2017 and January 2019. The results showed that 8 patients infected with *Giardia,* of these 7 were pediatric patients and one was adult female. While *Cryptosporidium* was detected in 3 patients one was adult female, two of them were pediatric patients. In conclusion, although the cost of antigen-seeking immunochromatographic method in stool is high, it is easy to work, it gives early results and helps to solve difficulties in the diagnostic methods. Our results also demonstrated that both *Cryptosporidium* and *Giardia intestinalis* were more found in immunocompromised patients especially in pediatric ones. Our findings revealed that infection rates with these two parasites were higher than those reported in other studies performed in Turkey or European countries, although limited numbers of investigated samples.

Keywords: *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium spp*, Choromatographic Method, Kinyoun Acid-Fast, İmmunocompromised, Diarrhea

GİRİŞ

Ülkemizde bağırsak paraziti olarak *Giardia intestinalis* en sık karşılaşılan parazitler arasında olduğu bilinmektedir. *Giardia intestinalis* ve *Cryptosporidium spp*'nin kontamine su ve gıdalardan kaynaklı salgınlarda önemli parazitler arasındadır, bundan dolayı gıda çalışanlarında taşıyıcılığın tespiti halk sağlığını korumak için oldukça önemlidir. Her iki protozoonda fekal-oral yolla, kontamine su ve yiyeceklerin tüketilmesiyle bulaşmaktadır. *Cryptosporidium spp*kalın duvarlı ookist (4-6 μm) ve *Giardia intestinalis* kist (8-14 μm) ile bulaşmaktadırlar. Her iki parazit de özelikle

bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda ve çocuklarda daha sık görüldüğü söylenmektedir (1,2). *Cryptosporidium* cinsi protozoonlar, dünyada yaygın mutlak hücre içi parazitlerdir. *Cryptosporidium*'un neden olduğu hastalığa Cryptosporidiosis denir. Uzun yıllar zoonoz hastalığı olarak düşünülmüş ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda bu enfeksiyona sebep olan mikroorganizmaların gıdalar ve içme suları ile insanlara bulaştığı görülmektedir (3-5). *Cryptosporidium* türleri insanlarda bağırsak enfeksiyonu ve akciğer enfeksiyonu olmak üzere iki farklı tip enfeksiyona sebep olmaktadır. Bu hastalıkta tanı hastaların dışkı örneklerinde ookistlerin görülmesi ile konmaktadır. Klinik tablo enfekte konağın tipine, yaşına, immun yetmezlik durumuna göre değişiklik gösterir. Bazen kolera benzeri diyareye sebep olmakta, hayatı tehdit edebilmektedir. İmmun sistemi baskılı hastalarda (özelikle HİV pozitif hastalarda) ve sosyo ekonomik düzeyi düşük insanlarda en sık karşılaşılan protozoon hastalıklar arasında olduğu söylenmektedir (6-8).

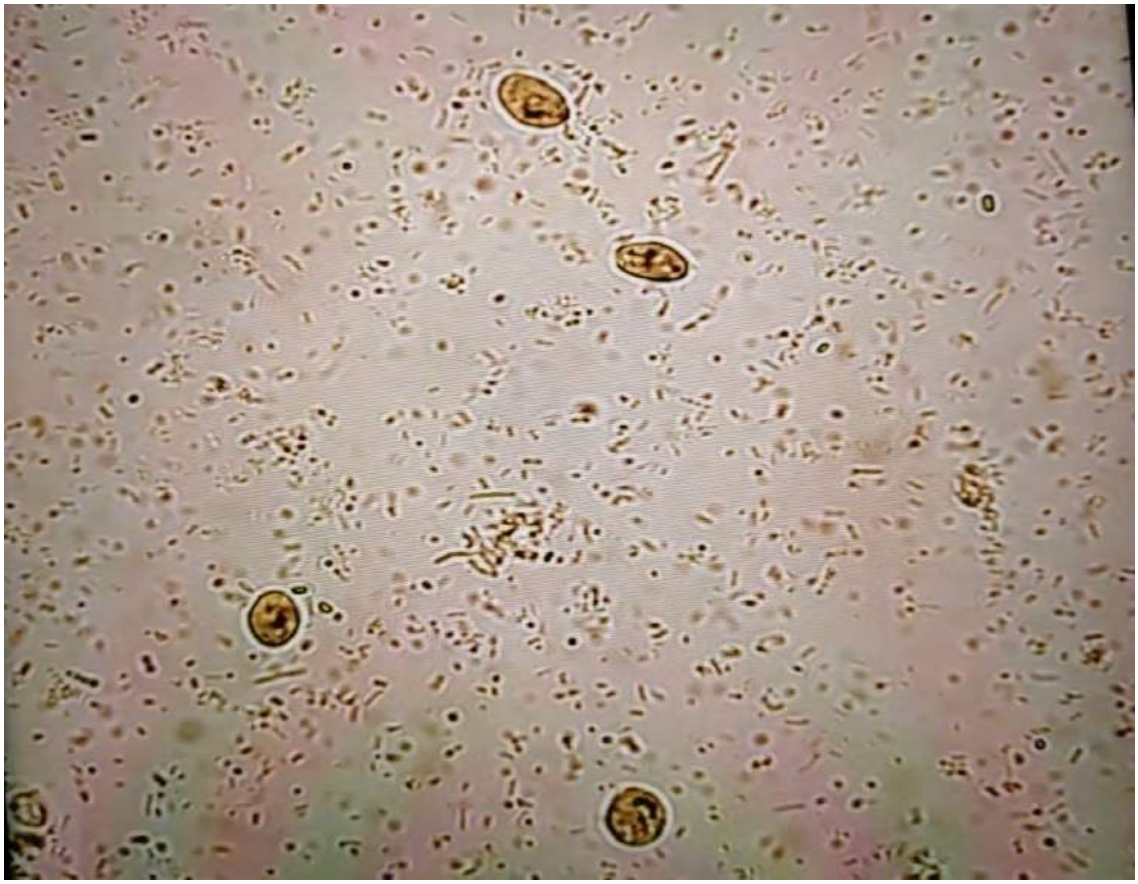
Giardia intestinalis, (Giardia lamblia veya *Giardia duodenalis* olarak da bilinen) paraziter bir hastalıktır. Parazitin sebep olduğu hastalığa Giardiasis denir. Dünyada özelikle gelişmekte olan ülkelerde çok sık karşılaşılan bir protozoon hastalığı olup, bulaşıcı bir ishal hastalığıdır (8,9). *Giardia* enfeksiyonları dünyada her yaş grubunda görülebilmektedir, özelikle çocukluklarda ve immun sistemi baskılanmış hastalarda daha çok rastlanmaktadır. Enfeksiyon semptomsuz seyredebilmekte ancak farklı klinik tablolara (ishal, yağlı, yumuşak dışkılama, karında şişkinlik, gaz, epigastrik bölgede duyarlılık, malabsorbsiyon sendromu) da neden olabilmektedir (4,7,9). Giardiasis'in tanısı, hastaların dışkı örneklerinde kistlerin veya trofozoitlerin saptanması ile konulmaktadır (1,6,10).

Bu çalışmamızda *Cryptosporidium spp* ve *Giardi intestinalis* parazitlerinin Şanlıurfa ilinde Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesine başvuran bağışıklık sistemi baskılanmış ishalli hastaların dışkı örneklerinde *Cryptosporidium spp* ve G*iardia intestinalis* antijenleri immunkromatografik metot ile görülme sıklığının araştırılması hedeflenmiştir.

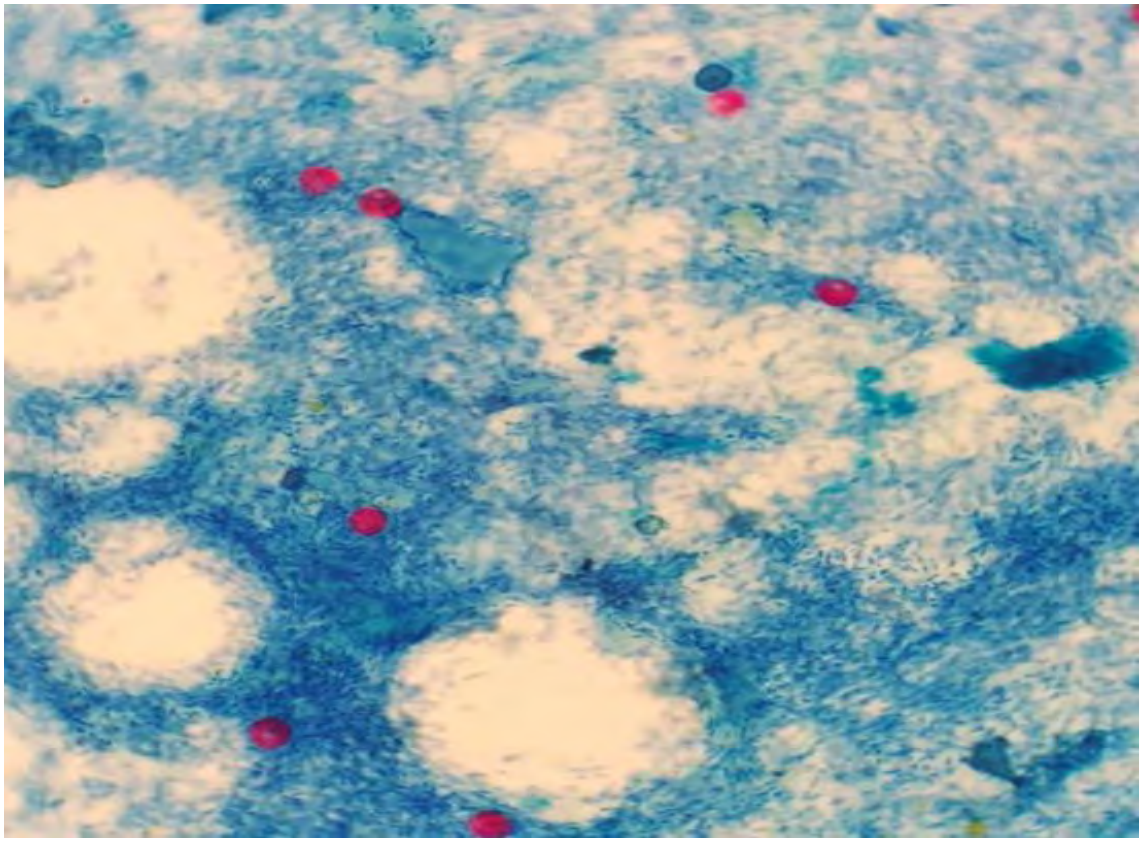
GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2017-Ocak 2019 tarihleri arasında Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinde başvuran bağışıklık sistemi baskılanmış onkoloji hastaları (çocuk onkoloji, yetişkin onkoloji) ve yoğun bakım hastalarından (çocuk yoğun bakım

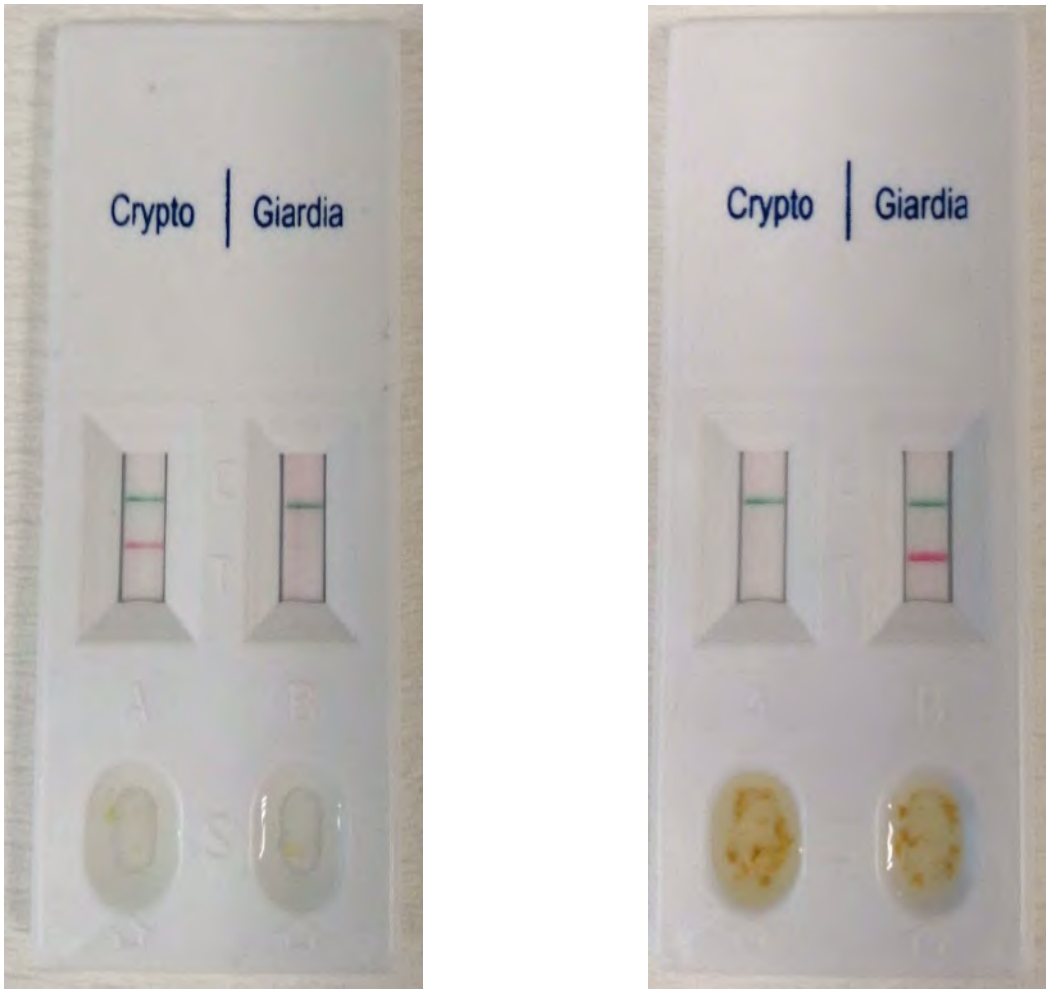
ve yetişkin yoğun bakım) ishal olan hastalar çalışma grubu olarak araştırmaya alındı. Bu hastaların dışkılarında *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis* antijenleri arandı. Bu çalışmaya 50 çocuk hasta ve 50 yetişkin hasta olmak üzere toplam 100 hastanın dışkı örnekleri ile çalışıldı. Laboratuvara getirilen dışkı örnekleri Nativ-lugol ve Kinyoun asit-fast boyama preparatları hazırlandı ve ışık mikroskobunda *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis* trofozoit, kist ve ookist incelendi (Şekil 1%')ve immunkromatografik metod da bakılarak bu parazitlerinin antijenileri arandı (Şekil 3).



Şekil 1. *Giardia intestinalis*'in kist formunun nativ-lugol yöntem ile direkt mikroskobik görünümü



Şekil 2. Kinyoun asit-fast boyama sonucu *Cryptosporidium* ookistlerinin mikroskobik görüntüsü (X100)



IK test çubuğunda C*ryptosporidium* pozitif IK test çubuğunda *Giardia* pozitif

Şekil 3. İmmunkromatıorafik metot da *Cryptosporidium'*un ve *Giardia'*nın pozitif görünümü

BULGULAR

Çalışmaya alınan 100 hastanın 60'ı kadın, 40'ı erkek hastaydı, hastaların yaşları 1-89 yaş arası olup ortalama yaşları 38,21. Hastaların 50 (14 erkek, 36 kadın)'si 1-18 yaş arası çocuk hasta iken 19 yaş üstü 50 (26 erkek, 24 kadın) yetişkin hasta ile çalışıldı Tablo 1). Hastaların 8(%8)'inde *G.intestinalis* 3(%3)'ünde *Cryptosporidium spp* görüldü. Bu hastaların 7'si 1-12 yaş arası çocuk hasta iken biri 59 yaşında bir kadın hastada idi ayrıca 1-12 yaş arası 2 hastada ve 43 yaşında bir kadın hastada da *Cryptosporidium spp* antijeni saptandı (Tablo 2). Hastalardaki orana baktığımızda 50 onkokoji hastasının 4(%8)'ünde *G.intestinalis* ve 1(%2)'inde *Cryptosporidium spp* görülmüştür. 50 yoğun bakım hastasının 4(%8)'ünde *G.intestinalis*, 2(%4)'sinde

Cryptosporidium spp görüldü. Oranın her iki hasta grubunda yaklaşık aynı olduğu görülmektedir (Tablo 3). Nativ-lugol yöntem ile 8(%8) hastada *G.intestinalis* kisti görüldü ve her hastada farklı yoğunlukta saptandı. 1-2 yaş arası 3(%3) hastada, 3-11 yaş arası 4(%4) hastada, 51-60 yaş arası 1(%1) hastada kist görüldü (Tablo 4). Kist tespit edilen bazı hastalarda trofozoit de saptandı. İmmun sistemi baskılanmış çocuklarda oranın immun sistemi baskılanmış yetişkin hastalardan çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Kinyoun asit-fast boyamada 3 (%3) hastada *Cryptosporidium spp*'nin ookistleri görüldü. Hastaların 2(%4)'si 1-18 yaş arası çocuk hasta iken 1 (%2)'nin 43 yaşında yetişkin kadın hasta olduğu saptanmıştır (Tablo 5).

Lugol'de incelenen preparatlarda ookistler çok küçük olduğu için ve mayaya benzediği için tespit edilemedi. Tablo 6 da görüldüğü gibi Giardiasis'li ve Criptosporidiosis'lu hastalarda bazı benzer klinik semptomlar görülmüştür. Özelikle enteritli hastaların dışkıları ile çalışmamıza rağmen enterit ile birlikte bazı vakalarda birden fazla klinik semptom (bulantı-kusma, karın ağrısı, sistit, anemi, ateş) görüldü. Her iki hastalıkta benzer semptomlar (karın ağrısı, bulantı-kusma, ateş gibi)'da görüldü. Giardiasis'li hastalarda farklı klinik tablolara da (sistit, anemi, göğüs ağrısı) rastlanmıştır.

Tablo 1. Hastaların yaş gruplarına ve cinsiyetlerine göre dağılımı

Yaş	**Kadın**	**Erkek**	**Toplam**
1-18 yaş	36	14	50
19 yaş üstü	24	26	50
Toplam	60	40	100

Tablo 2. *G.intestinalis*, *Cryptosporidium spp* antijenlerinin immunkromatografik metot'da yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımı

	G.intestinalis		***Cryptosporidium spp***	
	ERKEK	**KADIN**	**ERKEK**	**KADIN**
1-12 yaş	3	4	1	1
13-18 yaş	-	-	-	-
19-30 yaş	-	-	-	-
31-40 yaş	-	-	-	-
41-50 yaş	-	-	-	1
51-60 yaş	-	1	-	-
61yaşüstü	-	-	-	-
Toplam	**3**	**5**	**1**	**2**

Tablo 3. *G.intestinalis* ve *Cryptosporidium spp* antijenlerinin yoğun bakım hastaları ve onkoloji hastalarında görülme sıklığı

	G.intestinalis	***Cryptosporidium spp.***
Onkoloji hastaları	4	1
Yoğun bakım hastaları	4	2

Tablo 4. Nativ-lugol yöntemi ile *G.intestinalis* kistlerinin saptandığı hastaların yaş gruplarına göre dağılımı

Yaş aralığı	**Genel toplam**	**%**
1-2 yaş	3	(%3)
3-11yaş	4	(%4)
12-20yaş	0	(%0)
21-30yaş	0	(%0)
31-40yaş	0	(%0)
41-50yaş	0	(%0)
51-60yaş	1	(%1)
Toplam	**8**	**(%8)**

Tablo 5. Kinyoun asit-fast boyama yöntemi ile *Cryptosporidium* ookistlerinin saptandığı hastaların yaş gruplarına göre dağılımı

Yaş aralığı	**Genel toplam**	**%**
1-18 yaş	2	(%2)
19-60yaş	1	(%1)
Toplam	3	(%3)

Tablo 6. Giardiasis ve Criptosporidiosis'li hastaların klinik tablosu

Semptomlar	**Giardiasis**	**Criptosporidiosis**
Karın ağrısı	3	1
Bulantı-kusma	2	2
Ateş	2	1
Sistit	1	-
Anemi	1	-
Göğüs ağrısı	1	-

TARTIŞMA

Dünyanın değişik bölgelerinde yapılan çalışmalarda insanlarda *Cryptosporidium* prevalansının %0,4-46,6 arasında değiştiği ve Türkiye'de son yıllarda yapılan çalışmalarda insanlarda *G.intestinalis* oranın %0,8-54,8'e arasında saptanması Criptosporidiosis'in ve Giardiasis'in önemini arttırmaktadır (11, 12). *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis*'in neden olduğu enfeksiyonlar dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, insanlarda diyareye neden olan ve en yaygın görülen protozoon enfeksiyonları arasında ilk üç patojenden ikisini oluşturdukları düşünülmektedir (13,1 4).

2002 yılında Brezilya'da yapılan rutin çalışmada normal ve immun sistemi baskılanmış bireylerde *Cryptosporidium* ve *Giardia* prevalansı araştırılmış ve bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda, parazit enfeksiyonlarının önlemli enfeksiyon etkeni olduklarını bildirmiştir. Hücresel bağışıklık bozukluğu olan kanser, organ nakli vs hastalarının risk altında olduklarıbildirilmiştir (15). Çalışmamızda ise hastaların hastaneye yatış nedenleri farklı olmasına rağmen bağışıklık sistemleri baskılanmış hastalar çalışmaya alınmış olup her iki parazit (*Cryptosporidium* ve *Giardia*)'de görülmüştür. Bu hastalarda enfeksiyon riskinin fazla olduğu gözlenmiştir. Çalışmaya alınan toplam 50 onkoloji hastasının %2'sinde *Cryptosporidium* ve %8'inde *Giardia* tespit edildi. Bu hastaların çoğunluğunu çocuk onkoloji hastası olduğu saptandı.

2014 yılında Amerika'da yapılan bir çalışmada *Giardia lamblia* ve *Cryptosporidium parvum* parazitlerinin immün sistemi baskılanmış hastalarda en çok parazit enfeksiyonlarının iki etkeni olduğunu ve *Cryptosporidium parvum'*un daha yaygın görüldüğünü bildirmiştir (16). Çalışmamızda ise; *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis* parazitlerinin görülme sıklığı araştırılmış olup immun sistemi baskılanmış hastalarda her iki parazit de tespit edilmiştir ancak çalışmamızda *Giardia intestinalis* parazitleri daha yaygın olduğu tespit edildi.

2016 yılında İzmir'de yapılan bir çalışmada immün yetmezliği olan ishal vakalarında en çok görülen parazit etkenlerinin *Cryptosporidium spp*, *Giardia spp* ve *Blastocystis spp*'nin olduğunu belirtmişlerdir (17). Çalışmamızda bağışıklık sistemi baskılanmış ve ishal olan hastalarda *Giardia intstinaslis* ve *Cryptosporidium spp* antijeni araştırılmış olup her iki parazite de rastlanmıştır. Şanlıurfa'da daha önce yapılan çalışmalarda ve çalışmamızda *Giardia intstinaslis'*indaha fazla görüldüğü tespit edilmiştir.

2018 yılında Varşova, Polonya' da yapılan bir çalışmada bağışıklık sistemi baskılanmış farklı immünolojik durumları olan hastanede yatan hastalarda *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Blastocystis* ve *Microsporidia* gibi bağırsak mikro patojenlerinin prevalansını belirlemek için çalışmışlardır, söz konusu protozoaların neden olduğu enfeksiyonlara karşı hastaların hassas oldukları ve ana klinik tablolarının diyare olduğunu söylemişlerdir. İmmün yetersizliği olan hastalarda protozoan parazit enfeksiyonlarının nadir olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar arasında genel mikro patojen prevalansı % 4,6 erişkinlerde % 12,5 çocuklara göre % 2.3 üç kat daha yüksek olduğunu söylemişlerdir. Buna göre, yetişkin hastalar çoğunlukla *Blastocystis* ve *Microsporidia* pozitifken, çocuklarda daha sık *Cryptosporidium* türleriyle enfekte olduklarını belirtmişlerdir (18). Çalışmamızda immun sistemi baskılanmış hastalarda *Cryptosporidium spp* ve *Giardia intestinalis* antijenlerinin görülme sıklığı araştırılmış olup %8 *Giardia intestinalis* saptanmış ve bunların %14'ünü çocuk hastalar oluştururken, %3 *Cryptosporidium spp* saptanmıştır ve yine %4'ünü çocuk hastalar oluşturmaktadır, oranımızın çocuk hastalarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Hastalarımızda başlıca klinik tablo ishal olup ishal ile birlikte farklı klinik semptomlarda saptandı, genel olarak baktığımızda *Giardia* 'nın *Cryptosporidium*'dan

daha sık karşılaşılan bir protozoan hastalık olduğu ve bunların çoğunluğunun çocuk hastaların oluşturduğu gözlenmiştir.

2019 yılında Tahran, İran'da yapılan bir çalışmada kanser, organ nakli ve primer immun yetmezliği olan hastalarda bağırsak parazit enfeksiyonlarını prevalansını araştırmışlardır ve en sık görülen parazitin *Giardia lambia* %12.5 hastada ve kronik diyare şikayeti olan bir hastada da *Cryptosporidium parvum* %1.2 olarak saptandı (19). Çalışmamıza immun sistemi baskılanmış hastaların dışkılarında *G.intestinalis* ve *Cryptosporidium spp* antijenlerinin görülme sıklığı araştırılmış olup en sık *Giardia intestinalis* %8 hastada, *Cryptosporidium spp* %3 hastada saptanmıştır. *Giardia'*ın görülme oranın daha düşük olması dikkat çekerken *Crypto*'nun daha fazla görüldüğü gözlenmiştir ancak onların yaptığı çalışmada *crypto*'nun tek türünü araştırmış olmalarından dolayı prevalansının daha düşük olduğunu düşündürmüştür, genel olarak baktığımızda prevalansımızın farklı olduğu görülmüştür.

Avrupa'da bazı gelişmiş ülkelerde (Almanya, Hollanda, İngiltere) 2016 yılında yapılan yeni bir çalışmada hastaneye başvuran ishal vakalarında *Cryptosporidium*'un prevalansını araştırmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada *Cryptosporidium*'u Almanya 1084(%1.29), Hollanda 314(%1.93), İngiltere 4128(%8.25) olarak tespit etmişlerdir (20). Çalışmamıza immun sistemi baskılanmış ishal olan 100 hastanın dışkılarında *Cryptosporidium spp* görülme sıklığını araştırdık ve *Cryptosporidium spp* 3(%3) hastada tespit edildi. Parazitin görülme sıklığının bizde daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak çalışmamıza alınan hastaların hem ishal olup hem de immun sistemi baskılanmış hasta grupları oldukları için oranın bu nedenle de yüksek olabileceğini düşündürmüştür.

Sonuç olarak çalışmamıza baktığımızda farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda ve ülkemizde yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında her iki parazitinde birçok çalışmada elde edilen görülme sıklığından daha yüksek olduğu görülmüştür. Giardiasis'li hastalarımızda ishal ile birlikte görülen semptomlar; karın ağrısı, ateş, bulantı kusma, göğüs ağrısı, sistit, anemi olduğu saptanmıştır. Kriptosporidiosis'li hastalarımızda ishal ile birlikte görülen semptomlar; karın ağrısı, bulantı, kusma, ve ateş olduğu saptanmıştır. Çalışma grubumuzun sadece Şanlıurfa Harran Üniversitesi hastanesinde yatan bağışıklık sistemi baskılanmış ve ishal olan hastalarda görülme

sıklığını göstermektedir, hastanede yatan diğer hastalar ve Şanlıurfa'daki genel populasyonda yüzde kaç olduğu halen bilinmemektedir.

KAYNAKLAR

1. Sojin Y, Mamun K, Rashidul H, William A. Evaluation of a screening test for detection of *Giardia* and *Cryptosporidium* parasites. J Clin Microbiol 2009; 47: 451-2.
2. Doğruman FA, Korkmaz M, Ok ÜZ'nin Kryptosporidyos'un Parazitoloji Laboratuvarında araştırılması. 1. baskı. Türkiye Parazitololoji Derneği Yayınları. Meta Basım İzmir 2011.s. 359-364.
3. Aydın'da üç farklı kreş ve anasınıfındaki çocuklarda bağırsak parazitlerinin dağılımı XV. Ulusal Parazitoloji Kongresi, Kayseri ve Ürgüp 2007; 264.
4. Roxström-Lindquist K, Palm D, Reiner D, Ringqvist E, Svard SG. *Giardia* immunity-an update. Trends in Parasitology 2006; 22(1):26-31.
5. McHardy IH, Wu M, Shimizu-Cohen R, Couturier MR, Humphries RM. Clinical laboratory diagnosis of intestinal protozoa. J Clin Microbiol 2014. p. 1-35.
6. Aziz H, Beck CE, Lux MF, Hudson MJ. A comparison study of different methods used in the detection of Giardia lamblia. Clinical Laboratory Science 2001; 14(3):150-154.
7. Dillingham RA, Lima AA, Guerrant RL. Kryptosporidiosis. Microbes and Infection 2002; 4(10): 1059-1066.
8. Wilson WR. Enfeksiyon Hastalıkları Tanı ve Tedavi, Nobel Tıp Kitabevi 2004. s. 824-827.
9. Tünger Ö, Tünger A. Enfeksiyon Hastalıkları Elkitabı, HYB Basım Yayın 2007. s. 545-546.
10. Abubakır I, Aliyu SH, Arumugan C, Hunter PR, Usman NK. Prevention and treatment of Cryptosporidiosis in immunocompromised patients Cochrane Database Syst Rev 2007; CD004932.
11. Yücel A, Bulut V, Yılmaz M. Diyareli olgularda ve hemodiyaliz olgularında Cryptosporidium spp. araştırılması. T. Parazitol. Derg. Elaziğ 2000;24 (2):126-132
12. Kocazeybek B. Özel bir hastanede akut gastrointestinal infeksiyon etkeni Mikroorganizmaların prevalansının araştırılması. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 2001; 31(1-2):69-72.
13. Ali V, Nozaki T. Current therapeutics their problems and sulfur-containing-amino-acid metabolism as a novel target against infections by 'Amitochondriate' protozoan parazites. Clin Microbiology 2007; 20(1):164-187.
14. Current WL, Garcia LS**.** Cryptosporidiosis.Clin Microbiol Rev 1991; (4): 225-228.
15. Ferreira MS, Borges AS. Some aspects of protozoan infections in immunocompromised patients: a review. MemInst Oswaldo Cruz 2002; 97: 443-57.
16. Aguilar C, Malphettes M, Donadieu J. Prevention of infections during primary immunodeficiency, Clin InfectDis America 2014;59:1462-70.
17. Uysal S, Tun AV, Öztürk EA. Incidence of parasitic diarrhea in patients with commonvariable immunedeficiency. Turkiye Parazitol Dergisi 2016; 40: 67-71.
18. Bednarska M, Jankowska I, Pawelas A, Piwczyńska K, Bajer A, Wolska-Kuśnierz B. et. al. Prevalence of Cryptosporidium, Blastocystis, andotheropportunistic infectionsin patients with primary and acquired immunodeficiency. Versova, Poland 2018; 17(9): 2869-2879.

19. Esteghamati A, Khanaliha K, Bokharaei F, Sayyahfar S, Ghaderipour M. Prevalence of Intestinal Parasitic Infection in Cancer, Organ Transplant and Primary Immunodeficiency Patients in Tehran, Iran. AsianPac J Cancer 2019;20(2): 495-501.
20. Caccio SM, Chalmers RM. Europan Union Referance Labratory for Parasites, İstituto Superiore di Sanita, Rome, İtaly 2016;22:471-480.

A case report of *Ralstonia pickettii* in pediatric intensive care patient with mechanical ventilation

Mehmet BAYRAKTAR,[1] Hüseyin GÜMÜŞ[2], Abdullah SOLMAZ[2]

[1]Harran University, Faculty of Medicine, Üniversitesi, Dept. of Medical Microbiology, Şanlıurfa

[2]Harran University, Faculty of Medicine, Üniversitesi, Dept. of Prdiatrics, Şanlıurfa

We report a case *Ralstonia pickettii* isolated from bronchoalveolar lavage from a 15 years old girl suffering from pneumonia and respiratory failure. This non fermenter Gram negative bacterium was susceptible to gentamicin, amikacin, imipenen, cefepim, tigecycline and colistin but resistant to tobramicin and azotrenem. Although she was treated with tigecycline and colistin for more than fifteen days, the patient died of cardiac arrest. Our result suggest that the patient who was on mechanical ventilation had an increased risk and propensity for infection with *R. pickettii.*

Keywords: *Ralstonia pickettii,* Mechanical ventilation, Pneumoniae

Introduction

Ralstonia pickettii is an aerobe Gram negative oxidase positive non fermenter rod. It is an emerging threating nosocomial pathogens in hospital and other medical settings. It is reported to be present in up to 5% of water sources in hospital wards. It is particularly important in those with a compromised immune system (1-2). Clinical conditions associated with *Ralstonia* spp. range from minor respiratory infections to severe invasive infections such as sepsis or meningitis (2-4). It is previously little known to most clinicians. It survives bad enviromental conditions in water sources and the source of infections in *R. pickettii* is contaminated water (2,4). We report a case of *Ralstonia* infection in a 15 years old girl having pneumonia and respiratory failure.

Case report

15-year-old female first was admitted to the health center 3 days ago for headache. She was treated with nootropil and parol tablets. The patient was sent home and she fell after 3 days while working in the agriculure field. She was with a medical history of fever and coma admitted on 18 June 2019 to the Emergency Department of Harran University Hospital, after the first intervention she was sent to pediatric intesive care unit. She was treated with meropnem and mechanical ventilation was applied. On day 8, the patient had severe dyspnea, pneumonia and respiratory failure.She was underwent pediatric surgery to drain pulmonary effusion. Aspired fluid, blood and broncho alveolar lavage cultures were made. Culures revealed the growth of *R. pickettii* using Vitek 2 Compact System, France. Laboratory results showed that the isolates were susceptible to ciprofloxacin, gentamicin, amikacin, imipenen, cefepim, tigecycline and colistin but resistant to tobramicin and azotrenem. Intravenous tigecycline and colistin therapy was started. However fever persisted despite targeted therapy with for more than fifteen days. Predonol and ventolin were also adminstered but no improvement was recorded in the patient status. Although this therapy course, the patient died of cardiac arrest.

Discussion

Ralstonia pickettii is nonfermenter gram negative bacterium (1,5). *R. pickettii* is an emerging pathogen causing serious infection particularly in in immunocomprimised individuals. It is ubiquitous in nature and is found naturally in soil and ground water. *R. pickettii* was first isolated in 1973 (6). It is well known pathogen implicated in many pathological conditions and infections in İmmunocompromised and debilitated hospitalized patients (2,5,6). Outbreaks have occurred due to contaminated hospital solutions causing many diseases including respiratory illnesses and renal infections (7-8). Waugh et al reported that patients on mechanical ventilation have an increased risk for the development of *R. pickettii* infection (9). Previously, the isolation of *R. pickettii* from patients has led to confusion for many clinicians as to whether it is appropriate to treat it or to regard it as colonization. The source of *R. pickettii* infections are contaminated water and medical instruments (2,4,10). It was also implicated in eldery patients (6). The organism is resistant to many antibiotics (6,11). In our case, it is resistant to tobramycin and aztronem and susceptible to many antibiotics including gentamicin, amikacin, imipenen, cefepim, tigecycline and colistin. Our case report was in immunocompromised pediatric patient having pneumoniae, other cases of *R. pickettii* pnumoniae were reported (6,12,13). Apart from pneumoniae, this organism causes bacteraemia (11,14). Unfortunately, we are unable to track source of infection, which needs molecular methods (15), but most probably it is associated with contaminated water (1,4,16).

As a result, non-fermenting Gram-negative bacteria (*R. Pickettii*) susceptible to gentamicin, amikacin, imipenene, cefepime, tigecycline and colistin, but resistant to tobramicin and azotrenem was reported in this study. Although she had been treated with tigecycline and colistin for more than fifteen days, the patient died of cardiac arrest. In conclusion, the risk of infection with *R. Pickettii* is high and tends to indicate that the patient undergoing mechanical ventilation is at high risk.

References

1. Vincenti S, Quaranta G, De Meo C, et al. Nonfermentative gram-negative bacteria in hospital tap water and water used for haemodialysis and bronchoscope flushing: Prevalence and distribution of antibiotic resistant strains. Sci Total Environ. 2014; 499: 47–54.
2. Stelzmueller I, Biebl M, Wiesmayr S et al. *Ralstonia pickettii* - innocent bystander or a potential threat? Clin Microbiol Infect. 2006; 12(2):99–101.
3. Ryan M, Adley C. *Ralstonia* spp. emerging global opportunistic pathogens. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2014; 33: 291–304.
4. McNeil MM, Solomon SL, Anderson RL et al. Nosocomial *Pseudomonas pickettii* colonization associated with a contaminated respiratory therapy solution in a special care nursery. J Clin Microbiol. 1985; 22(6):903–907.
5. Ryan MP, Pembroke JT, Adley CC. Ralstonia pickettii: A persistent gram-negative nosocomial infectious organism. J Hosp Infect. 2006; 62:278–284.
6. Pan W, Zhao Z, Dong M. Lobar pnemonia caused by *Ralstonia pickettii* in a sixty five old hans chiense man a casec report. J Med Case Rep. 2011; 5: 277-280.
7. Labarca JA, Trick WE, Peterson CL, et al. A multistate nosocomial outbreak of *Ralstonia pickettii* colonization associated with an intrinsically contaminated respiratory care solution. Clin Infect Dis. 1999;29: 1281–1286.
8. Thet MK, Pelobello LF, Das M et al. Outbreak of nonfermentative Gram-negative bacteria (Ralstonia pickettii and Stenotrophomonas maltophilia) in a hemodialysis center. Hemodial Int. 2019; 23:E83–E89.
9. Waugh JB, Granger WM, Gaggar A. Incidence, Relevance and Response for Ralstonia Respiratory Infections. Clin Lab Sci. 2010; 23(2): 99–106.
10. Lim TS and Lee Sm. A rare case of of *Ralstonia mannitolilytica* infection in an end stage renal patient on maintenance dialysis during municipal water contamination. Pak J Med Sci. 2017; 33(4): 1047-1049.

11. Basso M, Venditti C, Raponi, G. Acase of persistant bacteraemia by *Ralstonia mannitolilytica* and *Ralstonia pickettii* in an intensive care unit. Infect Drug Resist. 2019;12: 2391–2395.
12. Segrelles-Calvo G, Sánchez Hernández A, Rey L. Bilateral pneumonia due to *Ralstonia picketti* in immunocompetent patient. Med Clin. 2016;147(11):516-517.
13. Küçükbayrak A, Uğurman F, Dereli N, Cizmeci Z, Günay E. A community acquired pneumonia case caused by Ralstonia pickettii]. Mikrobiyol Bul. 2009; 43(2):331-334.
14. Nasir N, Sayeed MA, Jamil B. Ralstonia pickettii Bacteremia: An Emerging Infection in a Tertiary Care Hospital Setting. Cureus. 2019;11(7):e5084
15. Maroye P, Doermann HP, Rogues AM, Gachie JP, Megraud F. Investigation of an outbreak of *Ralstonia pickettii* in a paediatric hospital by RAPD. J Hosp Infect. 2000; 44: 267—272. 5.
16. Yoneyama A, Yano H, Hitomi S, Okuzumi K, Suzuki R, Kimura S. *Ralstonia pickettii* colonization of patients in an obstetric ward caused by a contaminated irrigation system. J Hosp Infect. 2000; 46:79-80.

TOPLAM GECİKME ÖLÇÜTLÜ ESNEK ATÖLYE TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN YEREL ARAMA ALGORİTMASI

Dr. Öğr. Üyesi Serkan KAYA[1], Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI[2]

[1]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ŞANLIURFA

[2]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ

ÖZET

Esnek atölye tipi çizelgeleme problemleri atölye tipi ve paralel makine çizelgeleme problemlerinin genelleştirilmiş halidir. Esnek atölye tipi çizelgeleme problemlerinin çözümünde karşılaşılan en temel problemlerden birincisi; işlerin hangi sırayla işleneceği, diğeri ise; her işin işlenebileceği birden fazla aday makine olması nedeniyle, bu işlerin hangi makinelerde işleneceğidir. Bu tür problemlerin çözümü için bütünleşik ve hiyerarşik olmak üzere iki çözüm yaklaşımı vardır. Hiyerarşik çözüm yaklaşımında, işlerin makine atamaları ve işlenme sıralarının belirlenmesi birbirinden bağımsız olarak ayrı ayrı gerçekleştirilmektedir. Makine atamaları ve işlem sıralamasında birbirine müdahale olmamaktadır. Bütünleşik çözüm yaklaşımında işlerin sıralanması ve makine atamaları birbirinden bağımsız değildir ve eş zamanlı gerçekleştirilmektedir. Öncelikle işlerin sıralanması gerçekleştirilmekte hemen sonra bu işleri işleyecek makineler belirlenmektedir.

Yerel arama algoritması, çizelgeleme problemlerinde sıklıkla uygulanan sezgisel tekniklerdendir. Yerel arama algoritmasında, bir başlangıç çizelgesinden hareketle, bu çizelgedeki işlerin yerlerinin belirli kurallara göre değiştirilmesi ile yeni komşu çizelgeler elde edilir, bu süreç belli bir ölçüt sağlanıncaya kadar devam ettirilir ve bu ölçüt sağlandığında algoritma sonlandırılır. Elde edilen yeni çizelgeler daha iyi uygunluk değerine sahip ise çözüm kümesi güncellenir. Bu çalışmada toplam gecikme ölçütlü esnek atölye tipi çizelgeleme problemlerinin çözümü için yerel arama tabanlı sezgisel bir algoritma önerisinde bulunulmuştur. Klasik sıralama kuralları ile elde edilen başlangıç çözümleri üzerine yerel arama algoritması uygulanmıştır. Sunulan algoritma hem yeni arama uzaylarını keşfedebilme hem de bilinen arama uzayında mevcut çözümleri bulabilme özelliğine sahiptir. Elde edilen sonuçlar yerel arama algoritmasının, esnek atölye tipi çizelgeleme problemlerinin çözümünde etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Esnek Atölye Tipi Çizelgeleme, Yerel Arama, Toplam Gecikme, Çizelgeleme.

LOCAL SEARCH ALGORITHM FOR SOLUTION OF FLEXIBLE JOB SHOP SCHEDULING PROBLEMS WITH TOTAL TARDINESS CRITERIA

ABSTRACT

Flexible job shop scheduling problems are generalized of job shop and parallel machine scheduling problems. One of the most basic problems encountered in solving flexible job shop scheduling problems is in what order the jobs will be processed and the other is because there

is more than one candidate machine on which each job can be processed, on which machines these jobs will be processed. There are two approaches to solve such problems: integrated and hierarchical. In the hierarchical solution approach, machine assignments and job sequences are performed independently of each other. There are no interferences between machine assignments and job sequences. In the integrated solution approach, the sequence of jobs and machine assignments are not independent of each other and are performed simultaneously. Firstly, the jobs are sorted and then the machines that will process these jobs are determined.

Local search algorithm is one of the heuristic techniques frequently used in scheduling problems. In the local search algorithm, starting from a starting chart, new neighboring charts are obtained by changing the positions of the jobs in this chart according to certain rules. This process is continued until a certain criterion is met and the algorithm terminates when this criterion is met. If the new charts obtained have a better fit value, the solution set is updated. In this study, a local search based heuristic algorithm is proposed to solve flexible job shop scheduling problems with total tardiness criteria. Local search algorithm has been applied on initial solutions obtained by classical dispatching rules. The proposed algorithm can discover new search spaces and find existing solutions in known search spaces. The results showed that local search algorithm provides effective results in solving flexible job shop scheduling problems.

Keywords: Flexible Job Shop Scheduling Problems, Local Search, Total Tardiness, Scheduling.

GİRİŞ

Üretim ortamındaki belirsizliklerin artması ve amaçların birbiriyle çelişmesi işletmeler için çizelgeleme faaliyetlerinin önemini arttırmıştır. Çizelgeleme problemleri, işletmeler için önemli bir yeri olan ve araştırmacılar için önemini gün geçtikçe arttıran bir çalışma alanı haline gelmiştir. Çizelgelemenin ana amacı müşteri isteklerini zamanında karşılamak, ürün teslimatlarını zamanında yapmak, mümkün olduğu kadar yarı mamul stoğu ve fazla mesai çalışmalarını en aza indirmek olarak sıralanabilir. Bir üretim sistemindeki yarı mamul yığılmalarının, makine boş sürelerinin azaltılması, makinelere dengeli iş dağıtım planlarının yapılması, kısacası işletmenin verimliliğinin arttırılması çizelgelemenin konusudur.

Çizelgeleme problemleri için bugüne kadar değişik çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Klasik çözüm yöntemleri olarak adlandırılan doğrusal programlama modeli, dal sınır algoritması gibi yöntemler öncelikle literatüre kazandırılmıştır. Belirli bir süre sonra bu tür yöntemlerin çizelgeleme problemlerine etkin çözümler üretemedikleri gözlenmiş ve farklı çözüm yöntemleri arayışı başlamıştır. Bu süreçten sonra çizelgeleme problemlerinin çözümlerinde sezgisel yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Sezgisel yöntemler klasik yöntemlere göre, daha basit hesaplamalar gerektirmesi ve daha kısa sürede çözümler üretilebilmesinden dolayı daha çok tercih edilir olmuştur.

Çizelgeleme problemleri içerisinde basit yapısından dolayı tek makine problemleri ilk ele alınan problem türü olmuştur. Atölye tipi üretim ortamında her işin kendine ait rotası bulunmaktadır. Paralel makineli çizelgeleme problemlerinde, gelen işler makinelerden herhangi birinde işlem görebilmektedir. Esnek atölye tipi çizelgeleme (EATÇ) problemleri ise atölye tipi ve paralel makineli üretim ortamlarının birleştirilmiş halidir. Bu ortamların her

birinde benzer makinelerin olduğu iş istasyonları yer almakta ve her işin kendi rotası bulunmaktadır.

Bu çalışmada toplam gecikme (∑T) zamanını minimize etme amaçlı EATÇ problemlerinin çözümü için yerel arama tabanlı sezgisel bir algoritma sunulmuştur. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması, üçüncü bölümünde atölye tipi çizelgeleme problemleri, dördüncü bölümünde yerel arama algoritması, beşinci bölümde deneysel sonuçlar ve son bölümde sonuç ve öneriler verilmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

Çok amaçlı EATÇ problemlerinin çözümü için, Gao ve diğ. [1] genetik algoritma ve yerel arama algoritmalarının birleşiminden melez genetik algoritma, Chiang ve Lin [2] etkin genetik operatörü ve popülasyon çeşitliliği olan evrimsel bir algoritma, Li ve diğ. [3] başlangıç popülasyonuna yerel arama prosedürünü adapte ettikleri sıçrayan kurbağa algoritması, Wang ve diğ. [4] pareto tabanlı yapay arı kolonileri algoritması, Li ve diğ. [5] melez pareto tabanlı arı kolonileri algoritması sunmuşlardır. Yazarlar, melez algoritmalarında etkin çaprazlama operatörü geliştirmişlerdir. Algoritmanın arama kabiliyetini geliştirmek için çeşitli yerel arama yaklaşımları sunmuşlardır. Bagheri ve diğ. [6] farklı mutasyon operatörleri ve çeşitli stratejiler tanımladıkları yapay bağışıklık tabanlı bütünleşik bir algoritma, Li ve diğ. [7] iki uyarlamalı kural kombinasyonlu etkin komşuluk yapısına sahip tabu aramaları algoritması, Zhang ve diğ. [8] parçacık sürü optimizasyonu ve tavlama benzetimi algoritmalarından melez bir algoritma, Xing ve diğ. [9] çift katmanlı karınca kolonileri algoritması sunmuşlardır. Buraya kadar sunulan çalışmalarda yazarlar amaç fonksiyonu olarak maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}), toplam makine iş yükü (W_t) ve maksimum iş yükü (W_m) olmak üzere üç amaçlı olarak ele almışlardır.

Esnek atölye tipi çizelgeleme problemlerinin maksimum tamamlanma zamanı ve toplam gecikme zamanı amaçlı çözümü için Tamaki ve diğ. [10] tam sayılı doğrusal programlama geliştirmişler aynı zamanda büyük boyutlu EATÇ problemlerinin çözümü için genetik algoritma sunmuşlardır. Vilcot ve Billaut [11] maksimum tamamlanma zamanı ve maksimum gecikmenin minimize edilmesi amaçlı çözüm için genetik algoritma ve tabu aramalarının melezlenmesiyle yeni bir yaklaşım sunmuşlardır.

ESNEK ATÖLYE TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ

EATÇ problemleri işlerin makinelere atanması ve atanan bu işlerin makine üzerinde sıralanması alt problemlerinden oluşmaktadır. Bu tür problemlerin çözümü için liteartürde iki tür çözüm yaklaşımı vardır. Bütünleşik yaklaşımda atama ve sıralama alt problemleri eş zamanlı olarak çözülmektedir. Öncelikle işlerin sıralanması hemen ardından sıralanan bu işlerin makinelere yüklenmesi gerçekleştirilmektedir. Hiyerarşik yaklaşımda ise işlerin makinelere atanması ve sıralanması ayrı ayrı, birbirinden bağımsız iki problem halinde gerçekleştirilmektedir. Her iki alt problem çözülürken birbirine müdahale olmamaktadır. Literatürde hiyerarşik çözüm yaklaşımını ilk kullanan Brandimarte [12] olmuştur.

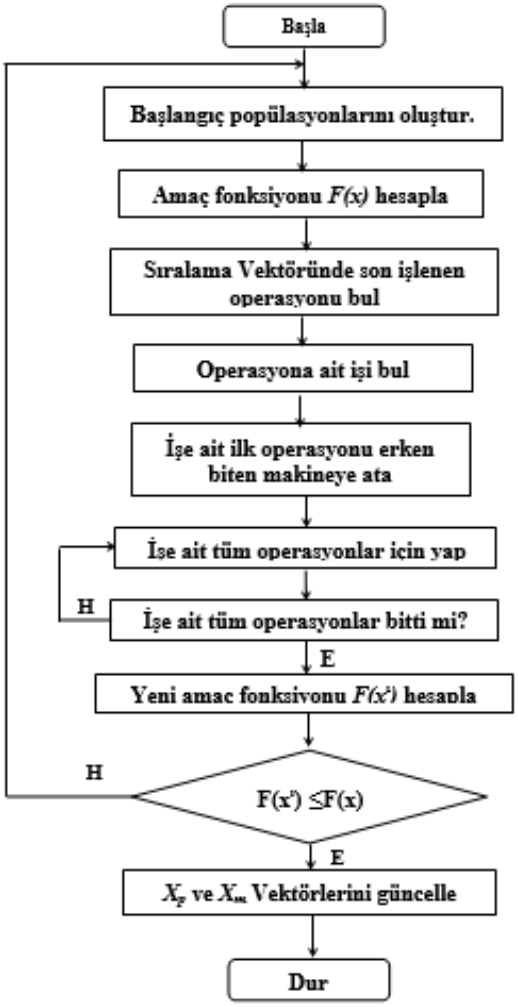
Genel olarak EATÇ Problemleri; toplam ve kısmi esnekliğe sahip olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Toplam esneklikte her bir operasyon tüm makineler üzerinde işleme tabi tutulabilirler. Kısmi esneklik durumunda ise işlerin bir kısmı sadece bir grup makine üzerinde işleme tabi tutulabilirler. Kacem ve diğ. [13-15], aynı makine ve operasyon sayısı için kısmi EATÇ problemlerinin çözümünün toplam EATÇ problemleri çözümüne göre daha zor olduğunu belirtmişlerdir.

YEREL ARAMA ALGORİTMASI

Yerel arama algoritması genellikle bir başlangıç çözümüyle başlayarak, bu çizelgedeki işlerin yerlerinin bazı kurallara göre değiştirilerek yeni çizelgelerin elde edildiği bir yöntemdir. Bu süreç belirli bir ölçüt sağlanıncaya kadar devam ettirilir. Elde edilen yeni sonuçların uygunluk değeri bir öncekine göre daha iyi ise çözüm kümesi güncellenir.

Sezgisel ve meta sezgisel yöntemler, optimizasyon problemlerinde kısa sürede optimum veya optimuma yakın sonuçlar elde edebilmek için kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler optimum çözümün elde edilmesini garanti etmemekle birlikte optimuma yakın sonuçların elde edilme olasılığının yüksek olduğu algoritmalardır. Yerel arama algoritmaları ise meta sezgisel yöntemler ile elde edilen çözümleri daha da geliştirmeye yönelik stratejilerin olduğu algoritmadır.

Bir yerel arama algoritmasının etkili olabilmesi için hem yeni arama uzaylarını keşfedebilmesi hem de bilinen arama uzayında olabilecek çözümleri gezebilmesi gerekmektedir. Bu iki ihtiyaç birbiri ile çelişmektedir. Bu sebeple iyi bir yerel arama algoritması bu ikisini dengeleyebilmelidir. Sadece rastgele arama yapan bir algoritma yeni yerler keşfedebilirken, sadece tepe tırmanma algoritması yapan bir arama algoritması bilinen alanlarda gezmektedir [16]. Şekil1.'de geliştirilen yerel arama algoritması akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. Yerel Arama algoritması akış diyagramı.

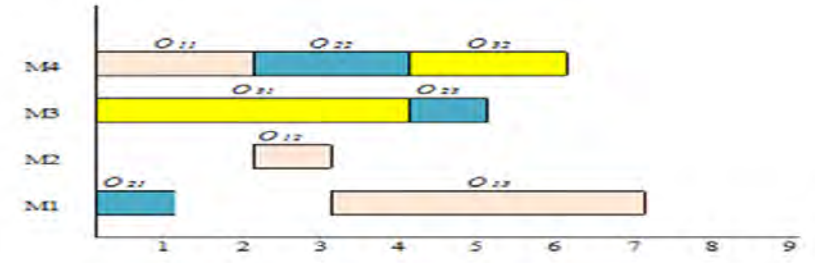
DENEYSEL SONUÇLAR

EATÇ Problemlerinin yerel arama algoritması ile çözümü 3 iş 4 makine 8 operasyondan oluşan [16] küçük boyutlu toplam esnek atölye tipi çizelgeleme problemi ve 15 iş 10 makine ve 56 operasyondan oluşan [13-15] büyük boyutlu toplam esnek atölye tipi çizelgeleme problemleri ile gerçekleştirilmiştir. Küçük boyutlu probleme ait işlem süreleri ve teslim zamanı Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Küçük boyutlu problemin işlem süreleri.

		M1	M2	M3	M4	Teslim Tarihi
J_1	O_{11}	4	7	3	2	5
	O_{12}	3	1	3	5	
	O_{13}	4	5	6	7	
J_2	O_{21}	1	3	4	6	4
	O_{22}	4	5	3	2	
	O_{23}	6	2	1	3	
J_3	O_{31}	8	3	4	5	6
	O_{32}	4	3	6	2	

Klasik sıralama kurallarından en kısa işlem zamanı kurallı yöntem ile başlangıç çözümü elde edilen çözüme göre ∑T=5 olarak gerçekleşmiştir. Problemin çözümü yerel arama algoritması ile gerçekleştirildiğinde ∑T=3 olarak gerçekleşmiştir. Bu çözüme ait Gantt şeması Şekil 2.'de verilmiştir. Her iki problemin yerel arama algoritması ile çözümünden elde edilen sonuçlar Tablo 2.'de toplu halde verilmiştir.



Şekil 2. Küçük boyutlu problemin çözüm Gantt diyagramı.

Tablo 2. Problemlerin Çözüm Sonuçları.

	Amaç Fonksiyonu	Yerel Arama Algoritması		En Kısa İşlem Zamanı
3 iş 4 makine 8 operasyon	∑T	31	35	39
15 iş 10 makine 56 operasyondan	∑T	3	4	5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada esnek atölye tipi çizelgeleme problemlerinin toplam gecikme zamanını minimize etme amaçlı çözümü için yerel arama algoritması önerilmiştir. Algoritmanın başlangıç çözümleri en kısa işlem zamanı, en uzun işlem zamanı v.b. klasik sıralama kuralları ile oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen başlangıç çözümlerine yerel arama algoritması adımları uygulanarak tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.

Klasik sıralama kuralları ile esnek atölye tipi çizelgeleme problemlerinde olurlu çözümler elde edilmiştir. Bu kurallar ile elde edilen olurlu çözümler yerel arama algoritması ile geliştirilmiş ve daha iyi sonuçlara ulaşılmıştır.

Bundan sonraki çalışma planında yerel arama algoritmasının meta sezgisel yöntemlere adapte edilerek melez algoritmaların geliştirilmesi düşünülmektedir. Ayrıca esnek atölye tipinin teslim zamanı ölçütlü çok amaçlı çözümlerinin yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Gao, J., Sun, L. ve Gen, M., “A hybrid genetic and variable neighborhood descent algorithm for flexible job shop scheduling problems”, Computers & Operations Research, Cilt 35, 2892 – 2907, 2008.

[2] Chiang, T.C. ve Lin, H.J., “A simple and effective evolutionary algorithm for multiobjective flexible job shop scheduling”, International Journal of Production Economics, Cilt 03, 1-12, 2012.

[3] Li, J., Pan, Q. ve Xie, S., “An effective shuffled frog-leaping algorithm for multi-objective flexible job shop scheduling problems”, Applied Mathematics and Computation, Cilt 218, 9353-9371, 2012.

[4] Wang, L., Zhou, G., Xu, Y. ve Liu, M., “An enhanced Pareto-based artificial bee colony algorithm for the multi-objective flexible job-shop scheduling”, International Journal Advanced Manufacturing Technology, V. 60, 1111–1123, 2012.

[5] Li, J.Q., Pan, Q.K. ve Gao, K.Z., “Pareto-based discrete artificial bee colony algorithm for multi-objective flexible job shop scheduling problems”, International Journal Advanced Manufacturing Technology, Cilt 10, 1-11, 2011.

[6] Bagheri, A., Zandieh, M., Mahdavi, I. ve Yazdani, M., “An artificial immune algorithm for the flexible job-shop scheduling problem”, Future Generation Computer Systems, Cilt 26, 533-541, 2010.

[7] Li, J., Pan, Q. ve Liang, Y.C., “An effective hybrid tabu search algorithm for multi-objective flexible job-shop scheduling problems”, Computers & Industrial Engineering, Cilt 59, 647–662, 2010.

[8] Zhang, G., Shao, X., Li, P. ve Gao, L., “An effective hybrid particle swarm optimization algorithm for multi-objective flexible job-shop scheduling problem”, Computers & Industrial Engineering, Cilt 56, 1309–1318, 2009.

[9] Xing, L.N., Chen, Y.W. ve Yang, K.W., "Double layer ACO algorithm for the multi-objective FJSSP", New Generation Computing, Cilt 26, 313-327, 2008.

[10] [18] Tamaki, H., Ono, T., Murao, H. ve Kitamura, S., "Modeling and genetic solution of a class of flexible job shop scheduling problems", IEEE International Conference, V. 01, 7241-7248, 2001.

[11] Vilcot, G. ve Billaut, J.C., "A tabu search and a genetic algorithm for solving a bicriteria general job shop scheduling problem", European Journal of Operational Research, V 190, 398–411, 2008.

[12] Brandimarte, P., "Routing and scheduling in a flexible job-shop by tabu search", Annals of Operations Research, V. 41, 157-183, 1993.

[13] Kacem, I., Hammadi, S. ve Borne, P., "Approach by localization and genetic manipulation algorithm for flexible job-shop scheduling problem", IEEE, V. 01, 2599-2604, 2001.

[14] Kacem, I., Hammadi, S. ve Borne, P., "Approach by Localization and Multiobjective Evolutionary Optimization for Flexible Job-Shop Scheduling Problems", IEEE transactions on Systems,Man, and Cybernetics—Part c: Applications and Reviews, V. 32, No 1, 1-13, 2002.

[15] Kacem, I., Hammadi, S. ve Borne, P., "Pareto-optimality approach for flexible job-shop scheduling problems: hybridization of evolutionary algorithms and fuzzy logic", Mathematics and Computers in Simulation, V. 60, 245–276, 2002.

[16] Kaya, S., "Çok Amaçlı Esnek Atölye Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Geliştirilmiş Parçacık Sürü Optimizasyonu ile Çözümüne Yönelik Model Önerileri," Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.

Kökeni Avrupa'dan Olan Evcil Koyun Merinos Irkının mtDNA D-Loop Gen Bölgesinin Dizi Analizi

Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ
Harran Üniversitesi

Özet

Bandırma (Karacabey) Merinosu Güney Marmara'da yetiştirilen bir ırk olup, kuyrukları yağsız, uzun ve incedir. Bulunduğu bölge şartlarına uyumlu ve hastalıklara dirençlidir. Bu çalışmanın amacı; Yurdumuzda özellikle Kuzey ve Batı ırklarında melezleme yoluyla katılmış olarak bulunan Bandırma (Karacabey) Merinosunun mtDNA için karakterizasyonunu yaparak yerli ırklara ne ölçüde katılmış olabileceği ile ilgili yorumlar yapmaktır. Merinos ırkına ait 19 bireylerden alınan kandan fenol kloroform izoamilalkol ekstraksiyon yöntemi ile DNA izole edilmiştir. Daha sonra mtDNA D-loop gen bölgesinin bir kısmı PZR ile çoğaltılmıştır. Elde edilen PZR ürünleri ticari bir firmaya gönderilerek ABI Prism 3100^{TM} dizileme cihazında dizi analizi yapılmıştır. Merinos ırkına ait 15 bireyin haplogrup B ve 4 bireyin ise haplogrup A olduğu tespit edilmiştir. Avrupa'ya doğru gidildikçe haplogrup B'nin daha yaygın olduğu ve Merinos ırkının da Avrupa kökenli bir ırk olduğu bilinmektedir. Merinos koyun ırkı Türkiye'ye Avrupa'dan getirildiği için normalde tüm bireylerin haplogrup B olması beklenirdi. Fakat 4 bireyin haplogrup A çıkması, Merinos ırkının Türk yerli koyun ırklarından büyük bir olasılıkla Sakız ve Gökçeada ırklarıyla karıştığını ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar sözcükler: Bandırma Merinosu, mtDNA D-loop, Genetik çeşitlilik

Giriş

Marmara Bölgesi, ağırlıklı olarak da Güney Marmara'da yetiştirilen bu ırk, Kıvırcık ile Alman Yapağı Et Merinosu melezlenmesiyle elde edilmiş olup % 90 üzerinde Merinos genotipi taşımaktadır. Vücut; beyaz renkte, geniş, derin, yuvarlak yapılı, orta uzunlukta, sırt düzgün ve geniş, sağrı geniş ve az düşük, bacaklar orta uzunlukta ve iriliktedir. Erkek bireyler % 10-15 boynuzlu, dişi bireyler ise boynuzsuzdur. Kuyrukları yağsız, uzun ve incedir. Bulunduğu bölge şartlarına uyumlu ve hastalıklara dirençlidir (Anonim 2009).

Bu çalışmanın amacı; Yurdumuzda özellikle Kuzey ve Batı ırklarında melezleme yoluyla katılmış olarak bulunan Bandırma (Karacabey) Merinosunun mtDNA için karakterizasyonunu yaparak yerli ırklara ne ölçüde katılmış olabileceği ile ilgili yorumlar yapmaktır.

Günümüze kadar koyun mtDNA'sı üzerinde yapılan çalımalar 5 farklı mitokondriyal haplogrubun varlığını ortaya koymuştur. A haplogrubu Asya'da yetiştirilen koyun ırkları arasında yaygın bir şekilde gözlemlenirken, B haplogrubunun Avrupa'daki koyunlarda, C haplogrubunun ise Ortadoğu ve Asya'daki koyun ırklarında yaygın olduğu tespit edilmiştir (Guo ve ark. 2005).

Materyal ve Yöntem

Merinos koyun ırklarına 19 bireyden alınan kandan DNA izolasyonu Sambrook ve ark. (1989)'a göre gerçekleştirilmiş olup, DNA kandan fenol kloroform izoamilalkol (25:24:1) ekstraksiyon yöntemi ile izole edilmiştir.

% 0,8'lik agaroz jeldeki kuyulara 20 ng/µl ve 50 ng/µl Lamda (λ) DNA'lar ile izolasyonda elde edilen DNA'lar konularak 100 V elektrik akımında 30 dakika yürütülmüştür. Etidyum Bromid (Etidium Bromide) ile boyama yapıldıktan sonra DNA molekülleri ultraviyole (UV) Işık veren Vilber Lourmat CN-3000 görüntüleme cihazında görüntülenerek karşılattırma yapılmıştır. DNA'ları yoğun olanlar sulandırılarak ayarlanmıştır.

Merinos ırkına ait 19 birey için, mtDNA genomuna ait D-loop gen bölgesine ait 144 bç'lik kısmı PZR ile çoğaltılmıştır. Bu bölgenin çoğaltılması için kullanılan primer dizisi şöyledir:
İleri: 5‟-CCACTATCAACACCCAAAG-3; Geri: 5‟-AAGTCCGTGTTGTATGTTTG-3. mtDNA D-loop lokusunun PZR ile yükseltgenmesinde Techne TC-5000 cihazı kullanılmıştır.

Sonuçlar

Bu bölge çok hızlı evrimleşme gösterdiği için çeşitliliğin coğrafi desenlerini belirleme çalışmaları ve evrimsel çalışmalar için sıklıkla kullanılır (Bruford ve ark., 2003).
Merinos ırkına ait bireylerde PZR sonrası agaroz jelde marker ile birlikte yürütülmüş olup, hedef bölgenin 144 bç olduğunu marker sayesinde doğru olduğu tahmin edilmiştir. Jel görüntüleme

işleminden sonra PZR ürünleri yeterli olan bireyler seçilerek PZR ürünlerinin temizleme kitleriyle saflaştırma aşamasına geçilmiştir. Daha sonra örnekler dizi analizine gönderilmiştir. Dizi analizinden gelen sonuçlar Chromas Pro bilgisayar programı yardımıyla incelenmiş, Bioedit bilgisayar programında gen bankasındaki referans (AF010406) diziyle karşılaştırma yapılmıştır.

Demirci (2012) çalışmasındaki Merinos ırkına ait haplogruplar da dikkate alınarak, Merinos ırkının yakınında bulunan Gökçeada ırkına benzer haplogruplar (sadece B ve A haplogrupları) içerdiği gözlenmiştir.

Ayrıca Merinos ırkının Türkiye haritasındaki haplotip dağılımına bakıldığı zaman Demirci (2012) çalışmasıyla parelellik göstermekte olduğu görülmektedir. Çünkü Avrupa'ya doğru gidildikçe haplogrup B'nin daha yaygın olduğu ve Merinos ırkının da Avrupa kökenli bir ırk olduğu bilinmektedir.

Merinos koyun ırkı Türkiye'ye Avrupa'dan getirildiği bilindiği için normalde tüm bireylerin haplogrup B olması beklenirdi. Fakat 4 bireyin haplogrup A çıkması, Merinos ırkının Türk yerli koyun ırklarından büyük bir olasılıkla Sakız ve Gökçeada ırklarıyla karıştığını söylemek mümkündür.

Karacabey Merinos örneklerinin Avrupa kökenliu olmasından dolayı haplogrupların bütün bireylerde B olması beklenirken, A haplogrupta bireylerin olması evcil koyun ırklarımızla olan karışımından kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde Y kromozomu belirteçlerinden de ulaşılan sonuç bu karışımın olduğunu desteklemektedir.

Teşekkür

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından doktora tezi olarak Proje No: 1176 ile desteklenmiştir. Bu tam metin bildiri bu tezden üretilmiştir.

Kaynaklar

ANONİM, 2009; http://www.tagem.gov.tr/yayin/tagem_ehgk_katalog.pdf

BRUFORD, M. W., BRADLEY, D. G., and LUIKART, G., 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. Nature Review Genetics, 4: 900-910.

DEMİRCİ, S., 2012. Bioinformatic Analyses In Mitochondrial Dna-Based Genetic Diversity of Turkish Sheep Breeds. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 133s.

GUO, J., DU, L. X., MA, Y. H., GUAN, W. J., LI, H. B., and ZHAO, Q. J., 2005. A novel maternal lineage revealed in sheep. Animal Genetics, 36:331-336.

SAMBROOK, J., FORITSCH, E.F., and MANIATIS, T., 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Second Ed., Cold Spring Harbor Laboratory, New York.

Göbeklitepe'nin Koyun Evcilleştirilmesi Açısından Değerlendirilmesi

Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ
Harran Üniversitesi

Özet

Evcilleştirme, hayvan ya da bitkinin insan yararına kullanılmasını ve insan ile yakın bir ilişki içerisinde yaşamaya adapte olmasını sağlamaktır. Ancak, evcilleşen organizmanın yaban hayatında yaşama kabiliyetinin yok olmasına yol açacak düzeyde bağımlılık oluşturabilir. Çiftçiler, evcilleştirmenin başından günümüze kadar evcil hayvanları farklı çevre koşullarında bulundurmuş ve farklı özellikleri için de yapay seleksiyon uygulamışlardır. Bu nedenle farklı koşullara adapte olmuş farklı özellikte hayvan grupları ortaya çıkmıştır. Uzun yıllar içinde evcil hayvanların gen havuzlarının şekillenmesinde göç, mutasyon, genetik sürüklenme olmasının yanında doğal ve yapay seçilim de rol oynamıştır. Evcilleşme sürecinin ve ırkların dağılımlarının araştırılmasında, son yıllarda yapılan araştırmalar, Y kromozomunun evcilleşme tarihi açısından oldukça bilgilendirici olduğunu ortaya koymuştur. Çünkü Y kromozomu, babadan oğula, oğuldan erkek toruna geçerken büyük ölçüde korunmuş olur. Bu çalışmanın amacı; *Ovis gmelinii anatolica* türü ve evcil koyun ırklarına ait bireyden izole edilen DNA'lar için SRYM18 gen bölgesi ve SRY gen bölgesinin dizi analizleri yaparak, evcilleştirme ile Göbeklite arasındaki ilişkisi ile ilgili yorum yapmaktır. Yapılan analizlerde bireylerin çoğunun H6 haplotipinde olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'deki evcil ve yaban koyunlarındaki haplotipleri incelendiğinde en çok rastlanan haplotipin H6 olduğu, bunun da Türkiye'nin koyunların evcilleştirilmesinde önemli bir merkez olduğu tezi ile uyumlu olduğu söylenebilir. Göbekli Tepe'nin koyun, sığır, keçi ve domuz türlerinin evcilleştirme alanlarının kesişiminde olduğu bilinmektedir. Bu durum Göbekli Tepe'nin koyun evcilleştirmesinin ilk başladığı bölge olduğu ihtimalini doğrulamaktadır.

Anahtar sözcükler: Evcilleştirme, Y kromozomu, Genetik çeşitlilik

Giriş

Evcilleştirme, hayvan ya da bitkinin insan yararına kullanılmasını ve bunun yanı sıra insan ile yakın bir ilişki içerisinde yaşamaya da adapte olmasını sağlamaktır. Ancak bu ilişki, evcilleşen organizmanın yaban hayatında yaşama kabiliyetinin yok olmasına yol açacak düzeyde bağımlılık oluşturabilir. Ayrıca, kurttan türemiş olan çeşitli köpeklerde olduğu gibi evcil hayvanlar morfolojik olarak yabanlardan farklıdır (VonHoldt ve ark., 2010).

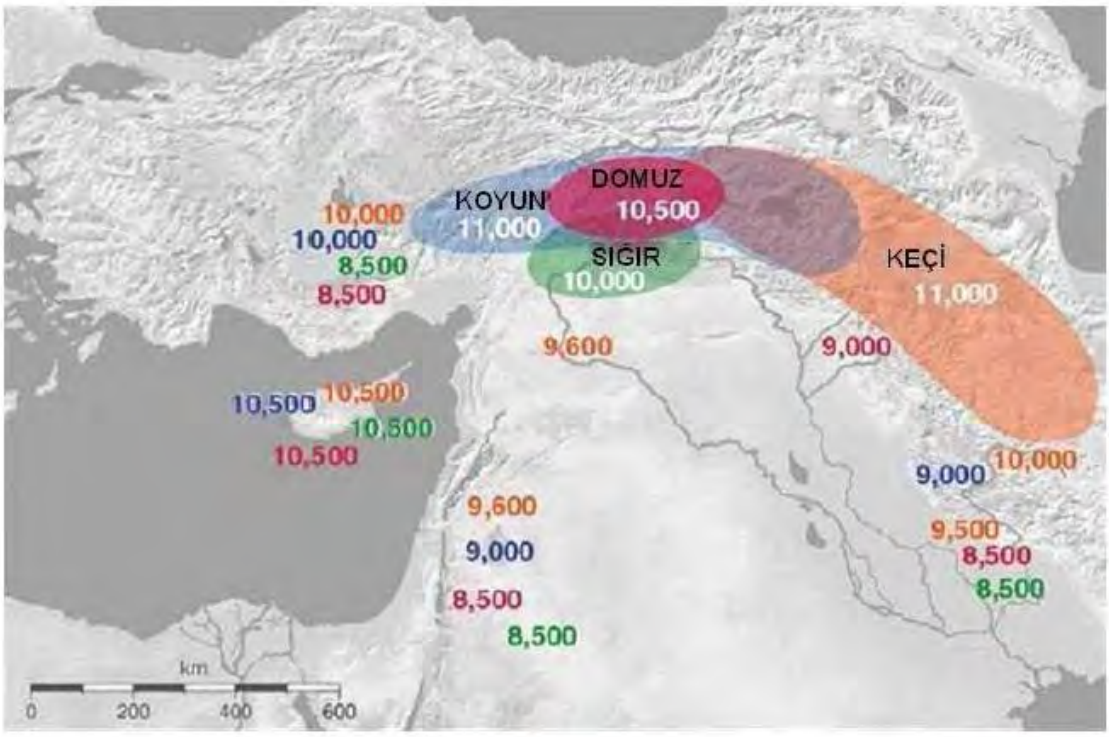
Çiftlik hayvanlarının çoğunun ilk olarak Anadolu ve civarında evcilleştirildiği anlaşılmıştır (Zeder, 2008). Bu ilk evcilleşmiş gen havuzlarının ürünleri zaman içinde Asya, Afrika ve Avrupa'ya yayılmışlardır. Bu yayılma esnasında kaynak varyasyonun ancak bir alt kümesi götürülebildiğinden kaynak gen havuzunun bugünkü akrabaları, dünyada başka hiçbir evcil hayvan populasyonunda bulunmayan genetik varyasyonlar içermekte olabilirler. İlk evcilleşme merkezinde ya da yakınında bulunan yerli evcil hayvan gen kaynaklarımızın en azından bir kısmı Orta Doğu'daki diğer ırklarla beraber bu özgün genetik varyasyonları içeriyor olabileceğinden özel bir değere sahiptir (Bruford ve ark., 2003).

Çiftlik hayvanları içerisinde ilk evcilleştirilenlerden biri koyunlardır (Kijas ve ark., 2012). Koyunların evcilleştirilmesi yaklaşık olarak 10.000 ile 11.000 yıl önce iç Anadolu'nun Doğusu ile Kuzey Zagros Dağları arasında olduğu, arkeolojik verilere dayalı olarak kabul edilmektedir (Zeder, 2008). Arkeolojik çalışmalara ek olarak evcil koyunların Y kromozomu (Meadows ve ark., 2009), mitokondrial DNA (mtDNA) (Bruford ve Towsend, 2006; Meadows ve ark., 2007; Tapio ve ark., 2010), otozomal kromozom (Peter ve ark., 2007; Kijas ve ark., 2012) lokuslarına ait çeşitli genetik belirteçler kullanılmakta ve böylece ırkın genomunun farklı yerlerinde birikmiş farklı evrimsel tarih bilgilerine ışık tutulmak istenmektedir. Bu çalışmalarla evcil koyunların global düzeyde evrimsel tarihleri ile ilgili bilgiler oldukça birikmiştir (Bruford ve Towsend, 2006; Peter ve ark., 2007; Chessa ve ark., 2009; Tapio ve ark., 2010; Kijas ve ark. 2012). Diğer taraftan evcilleşmenin *Ovis gmelinii* türü yaban koyunundan kaynaklandığı genel olarak kabul edilmiş olsa bile (Hiendleder ve ark., 2002) yaban koyunları ile evcilleşme bağı konusundaki çalışmalar henüz çok sınırlıdır (Bruford ve Towsend, 2006).

Günümüzden yaklaşık 12.000 yıl öncesinde, Şanlıurfa'nın 15 km güneydoğusunda yer alan ve Göbekli Tepe olarak bilinen arkeolojik bölgede avcı toplayıcılar monolitler dikmişlerdir (Schmidt, 2007). Herhangi bir alet kullanmaksızın kesilen, sürüklenen ve dikilen tonlarca ağırlıktaki kireçtaşı levhalarının yaşı tarımın ilk defa yapılmasından, hayvan evcilleştirmesinden ve insanların yerleşik yaşama geçişlerinden daha önceye denk gelmekte

olup, bu alanın bilinen en eski tapınak olduğu düşünülmektedir (Schmidt, 2007). Bu alanda ayinlerin yapıldığı ve ayinlerde hayvanların kurban edildiği, alanda bulunan hayvan kalıntılarının fazlalığı ile söylenebilir (Curry, 2008). Ayinlerde kullanılan yaban hayvanların yakalanması, tören yerine getirilmesi ve bekletilirken beslenmesi belki de evcilleşmenin ilk adımlarıydı.

Eskiden morfolojik değişim evcilleştirilmenin kanıtı olarak düşünülmekteydi. Arkaeozoolojik çalışmalarda yukarıda belirlenen kıstaslar doğrultusunda elde edilen sonuçlardan yola çıkarak hayvan evcilleşmesi Zeder (2008) tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmada koyun, sığır, keçi ve domuzların evcilleşme merkezleri yeniden belirlenmiştir. Göbekli Tepe'nin koyun, sığır, keçi ve domuz türlerinin evcilleştirme alanlarının kesişiminde olduğu gözlenmektedir. Bu durum Göbekli Tepe'nin hayvan evcilleştirmesinin ilk başladığı bölge olduğunu doğrulamaktadır (Açan, 2012).



Şekil 1. Koyun, keçi, domuz ve sığırların evcilleştirme alanları (Zeder, 2008 ve Öner, 2010)

Şekil 1'de renkli bölgelerin içindeki kısımlar evcilleştirmenin günümüzden kaç yıl önce oluştuğunu yansıtan tahmini rakamlardır. Renkli bölgelerin dışındaki alanlar evcilleşmenin yayılma zamanını göstermektedir. Mavi alan koyun, turuncu alan keçi, kırmızı alan domuz ve yeşil alan ise sığır türlerinin evcilleştirildiği bölgeleri göstermektedir.

Sonuç

Tüm yapılan çalışmalar sonucunda genellikle en yaygın ve en çok rastlanan H6 haplotipinin koyunlarda atasal bir haplotip olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda Türkiye'deki evcil ve yaban koyunlarındaki haplotipleri incelediğimizde en çok rastlanan haplotipin H6 olduğu, diğer ülkelerdeki koyunlarla karşılattırıldığında Türkiye'de koyunların evcilleştirilmesinde önemli bir merkez olduğu söylenebilir. Ayrıca Türkiye'nin Asya ile Avrupa arasında bir geçiş bölgesinde yer aldığını söylenebilir.

Göbekli Tepe civarında evcilleştiği düşünülen ilk koyunların H6 haplotipine sahip olabilme ihtimali ancak antik DNA çalışmaları ile doğrulanabilir.

Teşekkür

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından doktora tezi olarak Proje No: 1176 ile desteklenmiştir. Bu tam metin bildiri, bu tezden üretilmiştir.

Kaynaklar

AÇAN, S. C., 2012. Genetic Diversity of Turkish Sheep Breeds In The Focus of Conservation Reasearch. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 308s.

BRUFORD, M. W., BRADLEY, D. G., and LUIKART, G., 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. Nature Review Genetics, 4: 900-910.

BRUFORD, M.W., and TOWNSEND S.J., 2006. Mitochondrial DNA diversity in modern sheep: Implications for domestication. In: ZEDER, M.A., BRADLEY, D.G., EMSHWILLER, E., SMITH, B. D. Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms. University of California Press, CA, USA, 307-317.

CHESSA, B., PEREIRA, F., ARNAUD, F., AMORIM, A., GOYACHE, F., MAINLAND, I. et.al., 2009. Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations. Science, 324: 532-536.

CURRY, A., 2008. Seeking the Roots of Ritual. Science 319: 278-280.

KIJAS, J. W., LENSTRA, J. A., HAYES, B., BOITARD, S., PORTO NETO, L. R. and SAN CRISTOBAL, M., 2012. Genome-wide analysis of the world‟s sheep breeds revealshigh levels of historic mixture and strong recent selection. International Sheep Genomics Consortium. PLoS Biol, 10: e1001258.

MEADOWS, J.R.S., and KIJAS, J.W., 2009. Re-sequencing regiones of the ovine Y chromosome and wild sheep reveals novel paternal haplotypes. Animal Genetics, 40: 119-123.

MEADOWS, J.R.S., CEMAL, I., KARACA, O., GOOTWINE, E., and KIJAS, J.W., 2007. Five Ovine mitochondrial lineages identified from sheep breeds of the Near East. Genetics, 175: 1371-1379.

ÖNER, Y., 2010. Türkiye koyun ırklarındaki Genetik çeÇitliliğin mtDNA ve Y kromozomal belirteçleri kullanılarak belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 92s

SCHMIDT, K, 2007. TaÇ Çağı Avcılarının Gizemli Kutsal Alanı Göbekli Tepe En Eski Tapınağı Yapanlar, Arkeoloji ve Sanat yayınları, İstanbul

TAPIO, M., OZEROV M., TAPIO, I., TORO, M., MARZANOV, N., CINKULOV, M., GONCHARENKO, G., KISELYOVA, T., MURAWSKI, M., and KANTANEN, J., 2010. Microsatellite-based genetic diversity and population structure of domestic sheep in northern Eurasia. BMC Genetics 11:76.

PETER, C., BRUFORD M., PEREZ, T., DALAMITRA, S., HEWITT, G., ERHARDT, G. et al., 2007. Genetic diversity and subdivision of 57 European and Middle-Eastern sheep breeds. Animal Genetics, 38: 37-44.

VONHOLDT, B.M., POLLINGER, J. P., LOHMUELLER, K. E., HAN, E., PARKER, H. G., QUIGNON, P., DEGENHARDT, J. D., BOYKO, A. R., EARL, D. A., AUTON, A., REYNOLDS, A., BRYC, K., BRISBIN, A., KNOWLES, J. C., MOSHER, D. S., SPADY, T. C., ELKAHLOUN, A., GEFFEN, E., PILOT, M., JEDRZEJEWSKI, W., GRECO, C., RANDI, E., BANNASCH, D., WILTON, A., SHEARMAN, J., MUSIANI, M., CARGILL, M., JONES, P. G., QIAN, Z., HUANG, W., DING, Z-L., ZHANG, Y-P, BUSTAMANTE, C., D., OSTRANDER, E. A., NOVEMBRE, J., and WAYNE, R. K., 2010. Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. Nature, 464: 898-902

ZEDER, M. A., 2008. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(33):11597-11604.

SENSÖR ÖZELLİĞİ GÖSTEREN GİYİLEBİLİR ELEKTRONİK TEKSTİL UYGULAMALARI

WEARABLE ELECTRONIC TEXTILE APPLICATIONS WITH SENSOR PROPERTIES

Kübra YILDIZ

Öğr. Gör., Harrani Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Tekstil Teknolojisi Bölümü

Abdulkadir ŞANLI

Dr. Öğr. Üyesi, Türk-Alman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Sistemler Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

İsmail USTA

Prof. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi tekstil mühendisliği Bölümü

Muhammet UZUN

Doç. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi tekstil mühendisliği Bölümü

ÖZET

Tekstil yapısı, konvansiyonel büyük ve düz yapılar üzerine eşsiz ve umut vadeden avantajlar sunmaktadır. Büyük elektronik cihazlar genellikle rijittir ve düz elektronik devreler esnek olan ince filmler halinde yapılabilmektedir, ancak bunlar genellikle tek yön boyunca eğildiklerinde deforme olurlar ve eğilme veya diğer ciddi deformasyonlar altında başarısız olurlar. Genellikle giysiler şeklinde akıllı tekstiller, yüksek stabilite ile birlikte şiddetli ve kompleks deformasyonlara etkili bir şekilde uyum sağlayan liflerden oluşmaktadır. Akıllı tekstiller ayrıca yumuşaktır ve eğimli yüzeylere yakından temas edebilmektedir, ancak bunların büyük ve düz karşılıkları için bu durum zor olmaktadır. Bu özellik giyilebilir uygulamalar için önemli olmaktadır. Buna ek olarak, akıllı tekstiller daha düşük ağırlığa sahiptir ve bu mikro elektroniklerde önemli olmaktadır. Ayrıca akıllı tekstiller, lifleri bir araya getirirken oluşan boşluklardan dolayı nefes alabilirdir.

Elektronikler, hayatımızı kolaylaştırmada ve modern dünyanın ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Elektronik tekstiller, bu ihtiyaçları karşılamak için esnek, hafif ve ucuz olmak gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Sensörler, elektronik uygulamalarda algılama işlemini gerçekleştiren sistemler veya bileşenlerdir. Fiziksel çevreyi ve elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görmektedirler. Bu fiziksel ortamdaki değişkenler ısı, ışık, basınç, nem ve kimyasal maddeler olabilmektedir. Sistemdeki sensör bu değişikliğe duyarlıysa, değişikliği algılar ve elde edilen değerleri sistemin karar verme birimine iletir. Sensör özelliği gösteren tekstil yapıları da akıllı tekstiller içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu yapılar nabız, solunum, hareket, kan basıncı, ter bezi aktivitesi, sıcaklık ve gaz algılama gibi özeliklere sahip olabilmektedir. Böylece başta sağlık sektörü olmak üzere birçok alanda uygulama imkânı bulabilmektedir.

Son yıllarda küresel piyasada tekstil ve giyim sanayi, geleneksel tekstil ürünlerinden, bilgiyi adapte eden ve dolayısıyla yeni ve katma değeri yüksek akıllı tekstillere doğru kaymaya başlamıştır. Bu durum tekstil mühendisliğinin, kimya, elektronik ve malzeme bilimi gibi diğer bilimlerle, multidisipliner bir çalışma alanını oluşturmuştur. Giyilebilir sensörler, akıllı tekstiller alanının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ve geleneksel tekstillere fark yaratacak gelişmeleri içermektedir. Elektronik elemanlar rijittir ve genellikle bükülme hareketleri altında deforme olmaktadır. Giyilebilir kumaş sensörler, geleneksel elektronik sensörlerle kıyaslandığında esneklik, hafiflik ve ucuzluk gibi avantajlara sahiptir. Bu makalede akıllı kumaş basınç sensörleri ve literatürdeki uygulamaları ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sensör, Piezoelektrik, Akıllı Giysi, Elektronik Tekstiller, İletkenlik.

ABSTRACT

The textile structure offers unique and promising advantages over conventional large and flat structures. Large electronic devices are generally rigid and flat electronic circuits can be made into flexible thin films, but they generally deform when bent in one direction and fail under bending or other serious deformations. Smart textiles, usually in the form of garments, consist of fibers that effectively adapt to severe and complex deformations with high stability. Smart textiles are also soft and can come in close contact with curved surfaces, but this is difficult for their large and flat counterparts. This feature is important for wearable applications. In addition, intelligent textiles have a lower weight and this is important in microelectronics. In addition, intelligent textiles are breathable due to the voids formed when combining the fibers.

Electronics have an important place in making our lives easier and meeting the needs of the modern world. Electronic textiles are preferred to meet these needs for reasons such as being flexible, light and cheap. Sensors are systems or components that perform detection in electronic applications. They serve as a bridge connecting the physical environment and electronic devices. The variables in this physical environment can be heat, light, pressure, humidity and chemicals. If the sensor in the system is sensitive to this change, it detects the change and transmits the obtained values to the decision-making unit of the system. Textile structures that exhibit sensor characteristics also occupy an important place in smart textiles. These structures may have features such as pulse, respiration, movement, blood pressure, sweat gland activity, temperature and gas detection. Thus, it can find application opportunities in many fields, especially in the health sector.

In recent years, the textile and cloth industry has begun to shift from traditional textile products to smart textiles that adapt to information and therefore are new and added value. It has resulted a multidisciplinary study field with textile engineering and other sciences such as chemistry, electronics and material science. Wearable sensors create a major part of the smart textiles field and include developments that make a difference to conventional textiles. The electronic components are typically rigid and usually deform under bending movements. The wearable fabric based sensors offer remarkable flexibility, lightness and cheapness advantages in comparison with conventional electronic sensors. this article, smart fabric sensor types and applications in the literature are discussed.

Keywords: Sensor, Piezoelectric, Smart Garment, Electronic Textiles, Conductive Polymers

1. GİRİŞ

Son zamanlarda, elektronikler ve internetin ilerlemesiyle tekstiller yeni bir zorlukla karşı karşıya kalmıştır; şimdilerde tekstillerden insanları sıcak tutması ve rahat ettirmesi yanında ilave fonksiyonlar göstermesi de beklenmektedir. Örneğin; elektroniklerde çok fazla arzulanan kendi kendine enerji üretme ideali, kıyafetlerimiz mekanik enerji ve güneş enerjisi gibi enerji kaynaklarını elektrik enerjisine dönüştürdüğünde kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Mobil telefonlar gibi çeşitli elektronik cihazlar için, kıyafetlerimiz elektrik enerjisini depolayabilirse daha etkili ve kullanışlı bir şekilde güç sağlanabilecektir. Ayrıca görüntüleme ve algılama gibi birçok alanda, daha etkili elektrik kullanımı için tekstillere elektronik devreler yapmak gelecek vadetmektedir ve gerekmektedir. Elektriğin hayatımıza hâkim olması ve her yerde olması, akıllı elektronik tekstillerin gelişiminin önemli olması ve aynı zamanda olası pratik uygulamalara sahip olması anlamına gelmektedir. Gerçekten de artan ilgi bu istikamette yönlendirilmiştir ve son yıllarda bariz ilerlemeler yapılmıştır [1].

Tekstil yapıları, konvansiyonel büyük ve düz yapılar üzerine eşsiz ve umut vadeden avantajlar sunmaktadır. Büyük elektronik cihazlar genellikle rijittir ve düz elektronik devreler esnek olan ince filmler halinde yapılabilmektedir, ancak bunlar genellikle tek yön boyunca eğildiklerinde deforme olurlar ve eğilme veya diğer ciddi deformasyonlar altında başarısız olurlar. Genellikle giysiler şeklinde akıllı tekstiller, yüksek stabilite ile birlikte şiddetli ve kompleks deformasyonlara etkili bir şekilde uyum sağlayan liflerden oluşmaktadır. Akıllı tekstiller ayrıca yumuşaktır ve eğimli yüzeylere yakından temas edebilmektedir, ancak bunların büyük ve düz karşılıkları için bu durum zor olmaktadır. Bu özellik giyilebilir uygulamalar için önemli olmaktadır. Buna ek olarak, akıllı tekstiller daha düşük ağırlığa sahiptir ve bu mikroelektroniklerde önemli olmaktadır. Ayrıca akıllı tekstiller, lifleri bir araya getirirken oluşan boşluklardan dolayı nefes alabilirdir [1].

Elektronikler, hayatımızı kolaylaştırmada ve modern dünyanın ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Elektronik tekstiller, bu ihtiyaçları karşılamak için esnek, hafif ve ucuz olmak gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Sensörler, elektronik uygulamalarda algılama işlemini gerçekleştiren sistemler veya bileşenlerdir. Fiziksel çevreyi ve elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görmektedirler. Bu fiziksel ortamdaki değişkenler ısı, ışık, basınç, nem ve kimyasal maddeler olabilmektedir. Sistemdeki sensör bu değişikliğe duyarlıysa, değişikliği algılar ve elde edilen değerleri sistemin karar verme birimine iletir. Sensör özelliği gösteren tekstil yapıları da akıllı tekstiller içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu yapılar nabız, solunum, hareket, kan basıncı, ter bezi aktivitesi, sıcaklık ve gaz algılama gibi özeliklere sahip olabilmektedir. Böylece başta sağlık sektörü olmak üzere birçok alanda uygulama imkânı bulabilmektedir.

2. AKILLI KUMAŞ SENSÖRLERİ

Kumaş ve giysilere elektroniklerin entegrasyonu, sıradan tekstil ürünlerine önemli fonksiyonel özellik ve katma değer kazandırma noktasında önemli bir kapı aralamıştır. Bu tür yeni malzemeler; iletişim, sağlık, koruma ve giyilebilir teknoloji alanlarında ticari ürünlere dönüşüm sürecine girmiştir. Elektronik tekstil ürünlerinde önemli sistem ve yapı bileşenlerinden biri de akıllı kumaş sensörleridir. Bu bölümde giyilebilir elektronik tekstillerde kullanılan basınç sensörlerinden bahsedilmiştir.

2.1. TEKSTİL BASINÇ SENSÖRLERİ

Basınç sensörleri medikal gözlem için yataklara dahil edilmiştir [2] ve spor giyim, iç giyim ve sokak modasında kullanılan tekstil klavyeleri ve dokunmatik pedler geliştirmek gibi çeşitli ticari uygulamalarına da rastlanmıştır [3]. Çeşitli basınç sensörleri, iki iletken tekstil elektrot tabakası arasına yerleştirilen bir ara malzeme kullanılarak geliştirilmiştir [4]. Elektrotlar, iletken iplikler veya malzemelerin tekstillere nakış veya kaplanması ile elde edilmektedir. Basınca duyarlı diğer ara malzeme alternatifleri elektroaktif polimerlerdir [5,6].

2.1.1. Basınç Sensörü ile İlgili Çalışmalar

Trindade ve ark. (2015), yüksek elektriksel iletkenliğe sahip poli(3,4-etilendioksitiyofen) (PEDOT) ile kaplanmış kumaşlardan yapılmış elektrokardiyogramların (EKG) sürekli izlenmesi için tekstil sensörleri geliştirmişlerdir. PEDOT polimeri kaplamaları, bir molar konsantrasyonda, iki polimerizasyon katmanı ve optimize edilmiş işlem parametreleri içeren demir klorür (FeCl3) sulu oksidan çözeltileri kullanılarak, buhar fazı polimerizasyon yöntemi ile polyester bezayağı dokuma kumaşları üzerinde in-situ sentezlenmiştir. Kaplama sonucu, 10 Ωsq-1'lik bir yüzey direnci ile yüksek elektriksel iletkenliğe sahip kumaşlar elde edilmiştir [7].

Varesano ve ark. (2016), ince polipirol tabakası ile pamuklu kumaşların kaplanmasında, katkılama ajanlarının etkileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Toplam 11 bileşik seçilip, karşı iyon olarak karşılaştırılmıştır. Kaplanmış kumaşların elektriksel performansları, elektriksel iletkenlik ölçümleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, elde edilen polipirol tabakasının düzgünlüğü ve morfolojisi tartışılmıştır. Çalışma sonucunda, elektriksel iletkenlik açısından en iyi performanslar (diğer bir deyişle düşük yüzey direnci), doplama ajanı olarak, disiklohekzil sülfosüksinat, 2,6-naftalindisülfonat veya 1,5-naftalindisülfonat kullanılarak ölçülmüştür [8].

Liu ve ark. (2017), çalışmalarında polipirol kaplı pamuk iletken kumaşları in-situ polimerizasyon ile hazırlamışlardır. Polipirol kaplı pamuk iletken kumaşların iletkenliği üzerine, pirol dozajının, pirolün demir klorüre mol oranının, reaksiyon sıcaklığının ve reaksiyon süresinin etkisi analiz edilmiştir. Polipirol kaplı pamuk iletken kumaşların hazırlanması için en iyi yöntem belirlenmiştir. Sonuçlar, pirolün demir klorüre mol oranı 2:1 iken, 1:40 banyo oranında, oda sıcaklığında 1 saat reaksiyona girdiğinde, 0.15 kΩ/cm'lik yüzey direnci ile hazırlanan kumaşın iletkenliğinin en iyi değerde olduğu görülmüştür [9].

Saidi ve arkadaşları (2019), tekstil takviyeli çimentolu matriks kompozitlerin (TRCMC'ler) çekirdeğine gömülen optik fiberleri gerginlik sensörleri olarak kullanmıştır. Çalışmada kullanılan tekstille güçlendirilmiş çimento esaslı Matris kompozitler (TRCMC), kendiliğinden yerleşen bir sıvı çimento matrisi ve cam tekstil takviyesi kullanılarak elde edilmiştir [10].
Optik liflerin zarar görmesini önlemek için, TRCMC numunelerinin geometrik kusurlarını en aza indirgemek ve homojen bir malzeme üretmek için kendinden yerleştirmeli bir sıvı çimento esaslı matris ve takviye elemanı olarak alkaliye dayanıklı cam lifi seçilmiştir. 2 m uzunluğunda bir fiber optik kullanarak numunenin çekirdeğine 400 mm uzunluğunda dört ölçüm bölgesine yerleştirilmiştir, burada stres konsantrasyonundan dolayı bu yerlerde yırtılmayı önlemek için numunelerin dışında halkalar oluşturulmuştur. Bu nedenle, sonuçların işlenmesinde ölçüm alanları ile fiberin kavisli bölgeleri arasında ayrım yapmak da mümkün olmuştur. Dış halkalar plastik kılıflarla korunmuştur.

Çalışma iki bölüm halinde gerçekleştirilmiştir:

- İlk bölümde, çimentolu bir matrisin çekirdeğine gömülü olan kaplanmamış bir optik fiber kullanılarak elde edilen sonuçların güvenilirliği analiz edilmiştir. Böylece, çekirdeğinde optik lifler bulunan ve yüzeyindeki zorlanma ölçerler içeren çimentolu bir matris ışını hazırlanmıştır. Üç noktalı büküm testi yapılmış, ardından kullanılan matrisin mekanik özelliklerine dayanarak teorik hesaplamalar yapılmıştır. Daha sonra, deneysel ve teorik sonuçlar karşılaştırılmıştır.
- Çalışmanın ikinci bölümünde, çatlama geçiren ve elde edilen sonuçların güvenilirliğini inceleyen bir malzemeye entegre olan kaplanmamış optik fiberin gücü analiz edilmiştir. Böylece, optik fiber yüzeye ve yüzeydeki gerginlik göstergelerine sahip bir TRCMC kompoziti içerisine yerleştirilmiş ve doğrudan çekme testi yapılmıştır. Daha sonra, gerilme ölçerler ve optik fiber kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın iki bölümünün sonuçları şöyle özetlenir:

- Üç noktalı bükme testi için optik fiber, gerinim ölçerler ve ışın teorisi kullanılarak elde edilen sonuçlar, çimento bazlı matris ışının içine yerleştirilmiş optik fiber kullanılarak ölçülen değerlerin güvenilirliğini gösteren iyi bir uyum içindedir.
- TRCMC için fiber optik ve gerilimölçerler tarafından sağlanan doğrudan çekme testi sonuçları iyi bir uyum içindeydi. Ancak, gerilme ölçerler, kırılmaya karşı dirençli değildi ve yerleri boyunca yayılan çatlaklar kırıldı, oysa optik fiber etkilenmedi ve test edilen malzemenin gerginliğini kaydetmeye devam etmiştir.
- Gerinim göstergeleri, kendi kurulum noktalarında ortalama gerilme değerleri sunarken, optik fiber milimetrik uzamsal çözünürlüğünden dolayı sürekli gerinim profilleri elde edilmesine izin vermiştir.
- Optik fiber kullanılarak incelenen örneğin yer değiştirme alanını tespit edebildik ve çatlaklar arasındaki açıklığı, yeri ve boşluğu elde edildi.
- Rayleigh geri saçılması, önceden optik elyafın kalibre edilmesini mümkün kılmıştır, böylece numunede optik elyafın işlenmesi ve yerleştirilmesi sırasında kalan gerginlikten ve çimentolu matrisin sertleştirme ve hidrasyon etkilerinden kaçınılması önlenmiştir.
- Kullanan optik fiber ölçüm tekniği ümit vericidir ve çatlama davranışı sunan kompozitleri incelemek için uygulanabilir. Bu teknik, araştırmacıların TRCMC'lerin iç davranışlarını daha iyi anlamalarını ve mikromekanik mekanizmalarını ve matris ile tekstil takviyeleri arasındaki yük transferini analiz etmelerini sağlayabilir [10].

Vu ve arkadaşları (2018), gerçekçi uygulamalarda insan hareketlerini tanımak için bulanık çıkarım sistemli (FIS) tek duvarlı karbon nanotüp (SWCNT) ve spandex kumaş (PET / SP) bazlı tekstil sensörünün eksiksiz bir kombinasyonunu tanıtmıştır. Kullanılan dengeleme sistemine gömülü FIS modelinin fizibilitesini incelemek amacıyla farklı insan hareketleri için aşınma deneyleri yapılmıştır. Araştırmada geliştirilen yöntemin performansı imalat sensörünün özellikleri ve uygulamadaki doğruluğu ile değerlendirilmiştir [11].

Bu çalışmada tek duvarlı karbon nanotüplere (SWCNT) ve spandex kumaşa (PET / Spandex-PET / SP) dayalı bir tekstil germe sensörü üretilmiştir. Polietilen tereftalat / spandeks oranı = 76/24 olan PET / SP kumaş kullanılmıştır. PET / SP kumaş doğası gereği yüksek esnekliğe sahip geleneksel PET / SP multifilamentlerden oluşur. PET / SP lifleri, kaplama ve yüzey işleme yoluyla karbon fiberlerle birleştirilebilir.

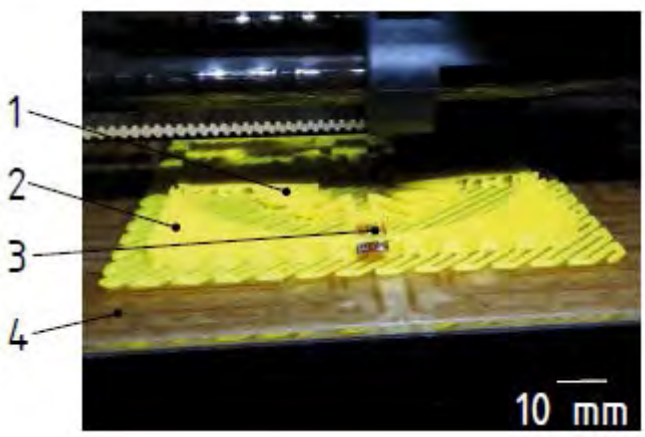
Tekstil sensörünü imal etmek için, PET / SP kumaşı hazırlandı ve SWCNT çözeltisine 3~5 sn. boyunca daldırılmış daha sonra karıştırma makinesiyle 60~80◦, 1000 rpm'de, 24-21 dakika 24 saat karıştırılmıştır ve ultra-sonifikasyonla işlenmiştir (2 saat, 19.990 Hz). Empirme işlemi, SWCNT partiküllerinin iyi nüfuz etmesine izin veren koşulları koruyacaktır. Bu işlem, SWCNT partikülün daldırma ve sıkma işleminden sonra gerilebilir kumaşa yapışmasını sağlar.

Daha sonra, gerilebilir kumaşta fazla suyu atmak için iki yönlü kurutma makinesi kullanılır. Tekstil sensörü, deney için daha küçük numuneler oluşturmak üzere kesilmiştir. “U” çizgisi şeklinin, özellikle insan kasları gibi küçük deformasyonlar altında tek hat tasarımına kıyasla duyarlılık ve çözünürlük bakımından daha iyi olduğu tespit edilmiştir [11].

Brink ve arkadaşları (2018), kontrollü bir taşıma sistemi, detaylı olarak sensör entegre edilmiş Kuvvet Kontrollü Değişken Fan Kavrama Modülü (FCVFGM) geliştirilmiştir. . Odak noktası esnek fan ızgarasının tasarımı ve sensör imalata üzerine kuruludur. Esnek fan ızgarasının yerleşimini belirlemek ve gerilimölçerler yerleştirmek amacıyla en iyi pozisyonu bulmak için sonlu elemanlar analizi (FEA) kullanılmıştır. Gerilim ölçer, kaynaşık biriktirme modellemesi üzerine kıvrımlı olmayan kumaşın (NCF) baskı işlemi sırasında FCVFGM'nin esnek fan ızgarası içine entegre edilmesiyle oluşturulmuştur. NCF, çok eksenli çok yönlü elyaflardan oluşur. Bu nedenle, NCF'yi korumak için tutucu, üzerlerine çok fazla yük uygulanmaması gerekmektedir.

Esnek fan ızgarası, akrilonitril bütadien stiren (ABS) malzemeden üretilmiştir. Erime sıcaklığı 210 ◦ C'dir ve ısı yatağı baskı işlemi için 80 ◦ C'ye ayarlanmıştır. Baskı işleminin ayarları tabloda verilmiştir. Esnek fan ızgarasının ince yapıları nedeniyle, ısı yatağı ve baskılı esnek fan ızgarası arasında bir katman gereklidir (Şek. 3). 3D model FDM baskı için önceden işlendikten sonra, gerinim ölçerlerin entegrasyonu için katmanın tanımlanması gerekir. Bu özel çalışmada, gerginlik ölçerler FEA'nın yardımıyla Konumlandırılmıştır. Her bir tabakanın kalınlığı 0.15 mm olan iki tabaka basılır, daha sonra gerginlik ölçerler yerleştirilir ve bu iki gerginlik ölçerin üstüne iki tabaka basılır. Baskı işlemi üç aşamada gerçekleştirilir. Birinci, esnek fan ızgarası istenen tabakaya ulaşana kadar tabaka tabaka basılır. Baskı işlemi duraklatılır ve baskı ölçerler ikinci aşamada konumlandırılır. Burda gerginlik ölçüler, tek bileşenli siyanoakrilat yapıştırıcı (Z70) ile ABS malzemesine bağlanır. Gerilim göstergelerinin sonraki baskı işlemi sırasında konumlarında kalmaları gerektiği için bir yapışkan kullanılır. Son olarak, üçüncü aşamada, gerginlik ölçerler yüzeyleri üzerine yazdırılarak sabitlenir ve fan ızgarasının geri kalan kısmı basılır.

Vakum jeneratörü olarak, bir mikro denetleyici tarafından kontrol edilen bir 40 W fan kullanılmışıtır. Fan hızını kontrol etmek için pals genişliği modülasyonu (PWM) sinyali ve fanın tako sinyali kullanılmıştır. Böylece kavrama modülü, PWM'yi mikro denetleyici vasıtasıyla değiştirerek kavrama kuvvetini değiştirebilir. Esnek fan ızgarasının bükülmesi, entegre gerginlik ölçerlerin gerilmesi veya sıkıştırılmasıyla tespit edilir ve böylece kavrama kuvveti hesaplanabilir. Entegre gerilim ölçerler esnek fan ızgarasının bükülmesini uygulanan kuvvetlerle tespit edebildi. Kavrama kuvveti, NCF katmanlarının sayısındaki bir değişiklikle önemli ölçüde değişmiştir. Bu, FCVFGM'nin tutulan katman sayısını ölçebildiği ve katmanların ayrılmasını kontrol edebildiği anlamına gelir. Otomatik bir tekstil preformu üretimi için belirli sayıda NCF katmanının kontrollü bir tutuş ve ayrılması mümkündür.

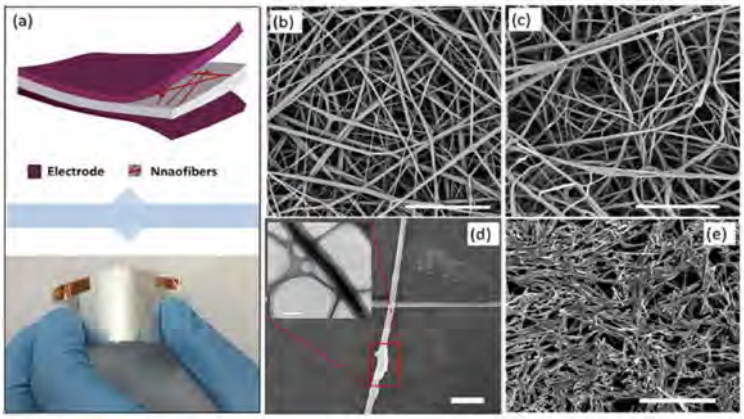


Şekil 1. Esnek Fan Izgarası, 2: Destekler, 3: Lehim Noktalarına Sahip Baskı Ölçerler, 4: Raft

Gelecekte, ek imalat yöntemi ile NCF'yi bir kalıp içinde kuvvet kontrolü ile kaldırabilen daha fazla kavrama modülüne sahip bir taşıma sistemi tasarlama imkânı olacaktır. Sensör entegrasyonundaki bir sonraki adım, tellerin ve sensörlerin doğrudan bileşenlerin yüzeyine basılmasıdır. Bu, sensörlerin doğrudan temas etmesini ve bir iş akışında entegre sensörlerle bir bileşen üretme fırsatını beraberinde getirir [12].

Guo ve arkadaşları (2018), bir güç dönüştürücüsünden, bir veri dönüşüm kontrol modülünden, bir sinyal toplama ile büyütme modülünden ve bir kablosuz veri iletim sisteminden (Bluetooth modülü) oluşan bir kablosuz devre sistemi ile gömülü elektrospun PVDF nanofiberlerine dayanan bir piezoelektrik basınç sensörünü sistematik olarak entegre ederek kablosuz esnek ve giyilebilir bir piezoelektrik ürün üretmişlerdir. Gerçek zamanlı kişiselleştirilmiş hareket izleme ve analiz, insan sağlığı için önemlidir. Bu yüzden bu alandaki ihtiyaçları ve giyilebilir elektronik ürünlerine olan artan talebi karşılamak için, elektrospun PVDF / BaTiO3 nanowire (NW) nanokompozit elyaflara dayanan bir piezoelektrik basınç sensöründen oluşan bir kablosuz piezoelektrik tekstil ürünü tasarlamışlardır.

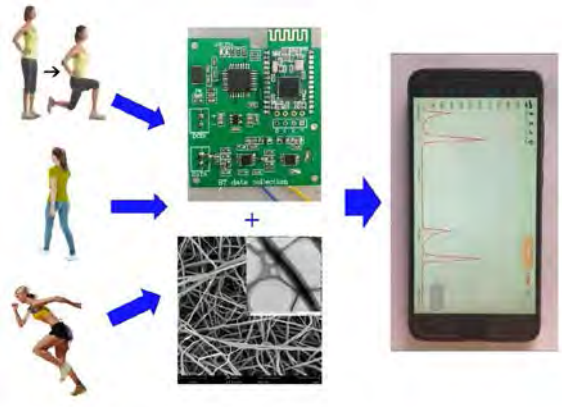
Bu çalışmada, Electrospinning PVDF / BaTiO3 NW nanofiberleri yüksek voltajlı bir dc güç kaynağının pozitif elektroduna bağlanan paslanmaz çelik uçlu bir şırıngaya yüklendi. Yüksek voltajlı dc güç kaynağının negatif elektrotu döner tambura bağlandı. Uygulanan voltaj 12 kW idi ve düze ile kolektör arasındaki mesafe yaklaşık 12 cm idi. Tüm numuneler 6 saat boyunca elektrosuplandı ve tüm deneyler oda sıcaklığında%20 ila%50 bağıl nemde oda sıcaklığında yapıldı. Elektrospin işleminden sonra PVDF / BaTiO3 NW nano-kompozit filmden 3,5 cm x 3,5 cm boyutunda bir dikdörtgen numune kesildi ve elektrot olarak iki alüminyum (Al) folyo ile zımparalandı. Daha sonra, iki adet Al bakır folyoya bağlanan elektrot olarak iki uzun bakır folyo kullanılmıştır. Kirlenmesini veya paslanmasını önlemek için, tüm basınç sensörünü paketlemek için normal bir yapışkan bant kullanılmıştır. Son olarak, bu sensör, elektrospun membran ve diğer malzemeler arasındaki boşlukları ortadan kaldırmak için triboelektrik etkisinden kaçınmak amacıyla uygun bir basınçla sıkıştırılmıştır.



Şekil 2. (a) Piezoelektrik Basınç Sensörünün Şematik ve Fotoğrafı. (b) Elektrospun Saf PVDF Fibröz Membran ve (c) PVDF / Bati03 Nws Nanokompozit Fibröz Membranın SEM Görüntüsü. (d) Batio3 NW'leri İçeren Tek Bir Elyafın Yüksek Büyütmeli SEM Görüntüsü (İnsert, Göreceli TEM Görüntüsüdür). (e) Batio3 NW'lerin SEM Görüntüsü.

Özet olarak, insan hareketinin izlenmesi ve analizi için kablosuz, esnek ve giyilebilir bir piezoelektrik cihaz hazırlanmıştır. Bu cihaz, elektrospun PVDF / BaTiO3 nanokompozit fibröz zara dayalı bir piezoelektrik basınç sensöründen, bir güç dönüştürücüsünden, kablosuz bir veri iletim kontrol modülünden, bir sinyal toplama ve amplifikasyon modülünden ve kablosuz veri iletim sisteminden oluşan bir kablosuz devre sistemine dayanmaktadır (Bluetooth modülü).

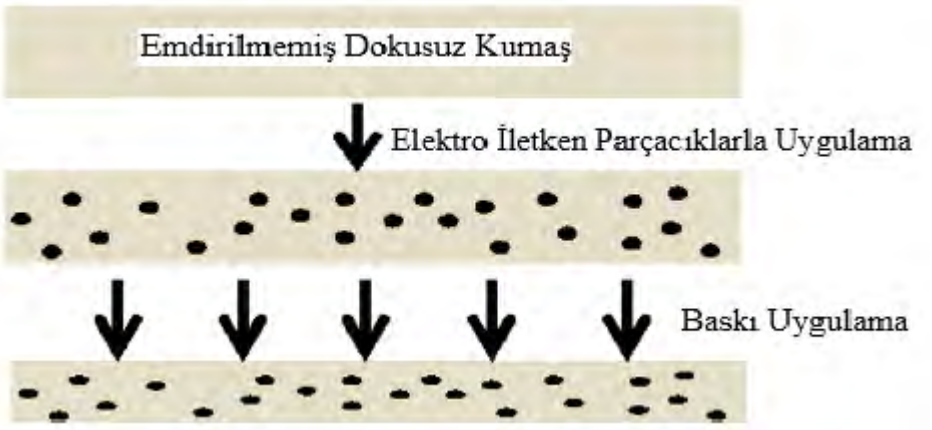
İnsan hareketinin piezoelektrik sinyalleri zaman gecikmesi olmadan bir Android cep telefonunda App tarafından iletilebilir ve en sonunda görüntülenebilir. Farklı hareket stilleri veya farklı insanlar için farklı sinyal eğrileri gözlenebilir. Piezoelektrik sinyalleri zayıflama olmadan 8 m'lik bir mesafe boyunca iletilebilir. Bu çalışma, rehabilitasyon ve spor tıbbı gibi giyilebilir tıbbi elektronikler için potansiyel olarak düşünülmektedir [13].



Şekil 3: İnsan Hareketinin İzlenmesi ve Analizi İçin Üretilen Elektrospun PVDF / Batio3 NW Nanokompozit Fiberlere Dayanan Kablosuz Piezoelektrik Cihaz

Wang ve arkadaşları (2018), kardiorespiratuar sinyallerini yakalamak için yeni bir dokunmamış yüzey tabanlı piezo dirençli sensörün performansını sunmaktadır. Yeni piezo dirençli sensör, sensör elektrotları olarak işlev gören iki örgü gümüş kumaş tabakası arasına bir nano gümüşelektrik iletken çözeltile emprenye edilmiş dokunmamış malzemenin sandviçlenmesiyle imal edilmiştir.

Piezo dirençli dokusuz yüzey bir basınç sensöründe, mekanik basınç uygulandığında, malzemenin kalınlığı azalır ve elektro-iletken parçacıkların hareket etmesine neden olur. Bu da eşyanın elektriksel direncini azaltır. Mekanik basınç uygulamasındaki elektrik direncindeki değişiklik, Şekilde gösterildiği gibi, dokunmamış bir basınç düşürücü basınç sensörünün çalışma prensibini tanımlar. Dokusuz yüzey piezo dirençli sensör, piezo dirençli özellikler sergileyen nano gümüş elektro-iletken çözeltile emprenye edilmiş dokunmamış kumaştan oluşan bir tabakadan oluşur. Giyilebilir elektronik cihazlarda, bu piezo-direnç, zayıf Ballistokardiyogramı (BCG) ve solunum sinyallerini tespit etmek ve yakalamak için kullanılır. Piezo dirençli sensörü inşa etmek için, bu çekirdek dokunmamış tabaka iki gümüş örgülü elektrot tabakası arasına sıkıştırılmıştır.



Şekil 4. Dokunmamış Kumaş Bazlı Piezo Dirençli Malzemenin Çalışma Prensibinin Şematik Diyagramı.

Sensör, iki gümüş örgü kumaş (boyut 40 mm x 40 mm) ve dokuma kumaş (boyut 40 mm x 40 mm) arasında piezo dirençli bir dokusuz yüzey kumaş (ebat 45 mm x 45 mm) ile sandviçleştirilerek üretildi. Dokunmamış kumaş tabakasının boyutu, gümüş örme kumaş tabakaları arasındaki herhangi bir elektriksel kısa devre sağlamak için gümüş örme kumaş ve dokuma kumaşınkinden daha büyüktü. Katmanların her birini düzgün bir şekilde hizaladıktan sonra, yapışma sağlamak üzere örtü kumaş kumaş katmanını eritmek için 60 ° C'lik bir ısı seviyesi uygulamak için bir giysi ütüsü kullanıldı. Dokuma kumaşın, dokumasız veya elektrot kumaş malzemelerinin iç kumaş yapılarında herhangi bir değişiklik yapmadan, dokusuz yüzey ve gümüş örgülü elektrot katmanına sadece yeterli yüzey yapışması sağlandığı görülmüştür.

Elektriksel iletkenliği arttırmak için dokuma kumaşlar ayrıca thenano gümüş çözeltile de emprenye edildi. Bununla birlikte, dokuma kumaşın düşük erime sıcaklığı nedeniyle, emprenye edilmiş dokuma kumaşların kesişme işlemi 1 saat 45 ° C'de gerçekleştirildi. Gümüş örgülü elektrot tabakasını ve piezo-dirençli dokunmamış kumaşı bağlamak için gümüş emdirilmiş dokuma kumaş eritildiği için, gümüş emdirilmiş dokuma kumaş bir piezo-dirençli malzeme olarak işlev görmez. Sensör tasarımının düzenlenmesi, Şekilde gösterilmektedir.
Bu piezo-dirençli sensör, nano gümüş çözeltile emprenye edilmiş dokunmamış kumaşın, dokunmamış kumaşın her iki tarafında, gümüş emdirilmiş dokuma kumaşın yardımı ile iki kat gümüş örme kumaşla sandviçlenmesiyle imal edilir. Araştırma, nano gümüş çözeltile emprenye edilmiş dokunmamış kumaşı bağlayan gümüş emdirilmiş dokuma kumaş katmanlarının, gümüş örme kumaş katmanları ile piezo-dirençli dokuma kumaş katmanı arasındaki elektrik bağlantısını geliştirdiğini göstermektedir. Gümüş emdirilmiş dokuma kumaşın kullanımı, piezo dirençli sensörün hassasiyetinden ödün vermeden, düşük basınç bölgesindeki deneylerdeki sensör direncindeki hata çubuklarını azaltır. Kabartmalı noktalı desen dokunmamış kumaştan ve düz yüzeyli dokunmamış kumaşlardan üretilen giyilebilir piezo-dirençli sensörler, 1 ila 2 kPa basınç aralığında sırasıyla sırasıyla 8433? / KPa ve 1.865 / / kPa basınç hassasiyetlerini göstermiştir. Döngüsel yükleme testinden, sensörün sıkıştırmadan geri kazanılabilirliğinin tekrarlanabilir piezo-dirençli performans için kritik olduğu da tespit edildi. Bu nedenle, nonwoven malzemelerin kendileri zaten daha iyi bir sıkıştırılabilir geri kazanılabilirlik elde etmek için kısmi bağlanma konusunda iyileştirmeler yapılabilecek diğer tekstil malzemelerinde bir kenara sahiptirler. Deneyler, her iki piezo dirençli sensör tipinin normal solunum, hızlı solunum ve kol hareketi sırasında solunum sinyallerini tespit edebildiğini göstermiştir. Sonuçlar, noktalı yüzeyli bir desene sahip dokunmamış kumaş kullanılarak yapılan piezo dirençli sensörün, sırasıyla kalp sinyallerini ve solunum sinyallerini yakalamak için sırasıyla%92,83 ve%97,39 sensör kesinliği ile daha güvenilir ve kararlı bir kardiyopresiye dayanıklı sinyaller sağladığını kanıtlamaktadır. Piezo-dirençli sensörlerden gelen sinyal genliğinin düşük olmasına rağmen, kabartmalı noktalı bir yüzey desenine sahip olan piezo-dirençli bir dokunmamış bir sensörün tüm solunum sinyalini ve BCG sinyalini yakalayabildiği bulunmuştur. Kaydedilen kardiyorespiratuar sinyalleri, ticari olarak temin edilebilen biyo-sinyal izleme cihazından, 1 ila 2 kPa'nın duyusal uygulama basıncı içinde karşılaştırarak, bu yeni aşınmaya dirençli piezo-dirençli sensör teknolojisinin, genel kardiyorespiratuvar izleme uygulamalarında kullanılabildiği görülebilir [14].

He ve arkadaşları (2019), enerji toplama, nesnelerin interneti, sağlık hizmeti için izleme ve robotik kontrol dahil olmak üzere çeşitlendirilmiş uygulamalara yönelik çok yönlü konfigürasyonlara sahip akıllı tekstil bazlı triboelektrik nanogeneratörleri sunmuştur.

PEDOT: PSS fonksiyonel tekstilleri imal etmek için basit ve düşük maliyetli bir daldırma kaplama yaklaşımı önerilmiştir. Bu basit ve düşük maliyetli işlem, işlevselleştirilmiş tekstillerin büyük ölçekli üretimi için kolayca uyarlanabilir. İşlevselleştirilmiş tekstil bazlı triboelektrik nanogeneratörlerin (TENG) farklı insan hareketleri altındaki enerji toplama özelliği ayrıntılı olarak incelenmiştir. Daha sonra, geniş bir algılama aralığına sahip PEDOT: PSS fonksiyonelleştirilmiş tekstili temel alan çok-arklı (kemerli) bir gerilme sensörü üretilmiştir.

Daha sonra, kemer şeklindeki gerinim sensörleri, Amerikan İşaret Dili yorumlama ve robot parmak kontrolü için parmak bükme sensörleri (örneğin, farklı el hareketleri gerçekleştirme, öğeleri yakalama ve piyano çalma) olarak işlev görecek şekilde parmak bağlantılarına monte edilir. Ayrıca, PEDOT: PSS / tekstil kompozitler üzerindeki polietilenimin (PEI) kaplama yardımı ile CO2 algılaması için akıllı bir tekstil geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, çeşitlendirilebilir giyilebilir uygulamalar için çok yönlü bir akıllı tekstil, büyük ölçekli üretim ile oldukça uyumlu, kolay ve düşük maliyetli bir işlemle üretilmiştir. Tekstilin triboelektrik özelliği optimize edilmiş ve enerji toplama özelliği araştırılmıştır. PEDOT: PSS kaplı 4 × 4cm2 tekstil tabakası üzerinde 2 Hz'de ayak basamağından maksimum 3.26mW çıkış gücü elde edilir. Akıllı tekstil bazlı TENG ile 2 Hz'de yürüyen insanlardan toplanan 2Wm − 2'lik bir güç yoğunluğuna işaret eder ve TENG'nin uygun empedansı 14MΩ kadar düşüktür. %10 ile % 160 arasında genişletilmiş algılama menziline sahip akıllı tekstile dayanan yükseklik değiştiren bir çok yaylı gerilme sensörü geliştirilmiştir. Bu kemer şeklinde gerilme sensörünü insan parmaklarında kullanarak, Amerikan İşaret Dili çevirisi ve robotik kontrol için el hareketi algılama uygulamalarını hedef alan parmak hareketlerini başarıyla izleyebiliriz. Ayrıca, akıllı tekstillere dayanan dört adet kendi kendine çalışan sensörler, etkinlik izlemesi için insan vücudunun farklı bölgelerine üretilir ve bağlanır. Birlikte ayağa kalkma, yürüme, koşma, kol bükme, ani düşme ve oturma gibi aktiviteleri tespit edebiliyorlar. Ek olarak, akıllı tekstil, PEI kaplama ile CO2 algılaması için de kullanılabilir ve bir parmağın tepesinde bulunan akıllı tekstile dayanan giyilebilir bir kemer şeklinde bir CO2 sensörü geliştirilir. İleriye bakacak olursak, bu akıllı tekstil, bir enerji toplayıcısı ve her türlü fiziksel sensör ve hatta sağlık izleme uygulamaları için gaz sensörleri olarak işlev görecek gerçek giysilere dahil edilebilir [15].

3. SONUÇ

Avrupa'daki tekstil ve giyim sanayi, uzun zaman önce yapısal bir değişime uğramıştır. Üretim tesislerinin düşük ücretli ülkelere taşınması ve giderek artan küresel rekabet bu durumu ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, tekstil ve hazır giyim endüstrisi hala önemli bir sanayi sektörüdür ve bu nedenle Avrupa'daki sosyal ve ekonomik refah için büyük önem taşımaktadır. Küresel pazardaki öncü rolünü korumak için Avrupa, yaratıcı moda tasarımı, kalite, inovasyon, yeniden yapılanma, tüketici ve marka oluşturma konuları üzerine daha fazla odaklanmaktadır. Ürünlerin kalite ve işlevselliklerine, tek başına fiyattan ziyade hizmetlerin esnekliğine ve ihtiyaçlara hızlı yanıt vermeye odaklanarak fark yaratmak mümkündür. Bu amaca ulaşmak için gerekli ön koşul; malzeme bilimi, tekstil mühendisliği, kimya ve elektronikten, bilişim alanına kadar, akıllı tekstiller alanındaki en son araştırma sonuçlarının ve aktif araştırmaların yayılmasıdır. Bilgiyi adapte eden ve dolayısıyla yeni ve katma değeri yüksek ürünleri pazara sunan teknolojiyi firmalara aktarmak için, uzun, orta ve kısa vadede uygulamalı araştırmalara ihtiyaç duyulacaktır.

Sensörler, akıllı tekstiller alanının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ve bahsedilen farkı yaratacak gelişmeleri içermektedir. Bu noktada, bu çalışmada elde edilen kumaş basınç sensörlerindeki verilerden yola çıkarak farklı yöntemler, farklı kumaş yapıları ve farklı monomerler ya da polimerler kullanılarak farklı kompozit kumaşlar elde edilip, basınç sensör özellikleri araştırılıp, giyilebilir tekstillerdeki ilerlemelere katkı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Weng W., Chen P., He S., Sun X., Peng H., 2016. Smart Electronic Textiles. Angewandte Chemie International Edition. 21, 6140.
2. Engin, M., Demirel, A., Engin, E.Z., Fedakâr, M., (2005), Recent developments and trends in biomedical sensors, Measurement, 37, 2, 173-188.
3. Philips smart connections clothing, http://extra.shu.ac.uk/dac/philips.pdf, erişim tarihi: 23.03.2017.
4. Meyer, J., Lukowicz, P., Tröster, G., (2006), Textile pressure sensor for muscle activity and motion detection, Proceedings 10th IEEE International Symposium on Wearable Computers, 69-72, 11-14 October 2006, Montreux, Switzerland.
5. Intelligent textiles, soft products, http://www.ivt.ntnu.no/ipd/fag/PD9/2003/artikkel/Norstebo.pdf, erişim tarihi: 23.03.2017
6. Carpi, F., De Rossi, D., (2005), Electroactive polymer-based devices for e-textiles in biomedicine, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 9, 4, 295-318.
7. Trindade, I.G., Martins, F., Baptista, P., 2015. High electrical conductance poly(3,4-ethylenedioxythiophene) coatings on textile for electrocardiogram monitoring. Synthetic Metals. 210(B), 179-185.
8. Varesano, A., Belluati, A., Ramirez, D.O.S., Carletto, R.A, Vineis, C., Tonetti, C., Songia, M.B., Mazzuchetti, G., 2016. A systematic study on the effects of doping agents on polypyrrole coating of fabrics. Journal of Appilied Polymer Science. 133(1), 42831.
9. Liu, Y., Zhao, X., Tuo, X., 2017. Preparation of polypyrrole coated cotton conductive fabrics. The Journal of The Textile Institute. 108(5), 829-834.
10. Saidi M., Gabor A., 2019. Use of distributed optical fibre as a strain sensor in textile reinforced cementitious matrix composites. Measurement Vol. 140, pp. 323-333.
11. Vu C., Kim J., 2018. Human motion recognition using SWCNT textile sensor and fuzzyinference system based smart wearable. Sensors and Actuators A 283 pp. 263–272.
12. Brink M., Thoben K., Ohlendorf J., 2018. Development of a Handling System with integrated Sensors for Textile Preforms using Additive Manufacturing. Procedia Manufacturing Vol.24 pp.114–119
13. Guo W., Tan C., Shi K., Li J., Wang X., Sun B., Huang X., Long Y., Jiang P., 2018. Wireless Piezoelectric Device Based On Electrospun PVDF/Batio3 NW Nanocomposite Fibers For Human Motion Monitoring. Nanoscale, DOI:10.1039/C8NR05292A.
14. Wang Y., Ali S., Wijekoon J., Gong R., Fernando A., 2018. A Wearable Piezo-Resistive Sensor For Capturing Cardiorespiratory Signals. Sensors And Actuators Vol. 282 pp.215–229.
15. He T., Shi O., Wang H., Feng Wen F., Chen T., Ouyang J., Lee C., 2019. Beyond Energy Harvesting- Multi-Functional Triboelectric Nanosensors On A Textile, Nano Energy, Vol.57 pp. 338–352.

HEMŞİRELERİN TEMEL İLK YARDIM BİLGİ DÜZEYLERİ; CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ UYGULAMASI

Rahim Arslan[1]

Bahar Türkmenoğlu[2]

ÖZET

Bu araştırma, Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde görev yapan hemşireler üzerine yapılmıştır. Araştırmaya katılan kişilere temel ilk yardım konusundaki bilgi düzeylerini saptamak amacı ile bir test uygulanmıştır. Araştırmaya katılan 132 kişilerin cinsiyet dağılımı; % 19'uerkek, %81'i bayan; %17, mesleki yıl dağılımı; %17,4 ü 0-3 yıl, % 36,4 ü 4-7 yıl, %22,7 si 7-10 ve %23,5 u 11 yıl ve üzeri mesleki deneyime sahiptir. Ayrıca araştırmaya katılanlardan ilk yardım bilgi düzeylerini derecelendirmeleri istenmiş ve % 20 si iyi, %63 ü orta ve % 17 si kötü olarak cevap vermişlerdir. İlk yardım müdahalesiyle daha önce karşılaşıp karşılaşmadıkları da araştırmaya katılanlara sorulmuş ve %72 si en az bir defa karşılaştığını belirtmiştir.

Araştırmada en çok dikkat çeken sonuç ilk yardım temel bilgi testi olarak uygulanan 13 sorunun ortalamasıdır. Testin genel ortalaması erkek ve bayanlarda % 50 olarak hesaplanmış ve aralarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu durumda hastane personelleri de dahil kurumlarda ilk yardım eğitiminin belli aralıklarla verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlk Yardım, Cumhuriyet Üniversitesi, Hemşire.

[1]Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Sivas/ Türkiye

[2]Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek MYO, Sivas / Türkiye

1. Giriş

Herhangi bir durumda/zamanda meydana gelebilecek bir rahatsızlık, kaza ya da hayati durumun tehlikeye düşmesi anında, kişilerin hayatını kurtarmak veya durumların daha da kötüye gitmesini engelleyebilmek amacıyla olayın gerçekleştiği yerde, sağlık çalışanı olay yerine gelinceye kadar mevcut olan araç gereçlerle gerçekleştirilen ilaçsız yapılan tüm uygulamalara ilk yardım denilebilmektedir (1). Yine ilk yardım terimi, Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlükte: "Kaza, hastalık, yangın, deprem vb. tehlikeli ve ani durumlarda hastaya kesin tedavi öncesi, olay yerinde uygulanan ilk ve ivedi işlem, sıhhi imdat" olarak tanımlanmaktadır(TDK). İnsanlara sağlıklı bir yaşam kalitesi sunmak, başlarına gelebilecek her türlü kaza ve yaralanmalardan sağ kalımı arttırmak ve oluşabilecek kalıcı sekelleri en az seviyeye indirebilmek için tüm dünyada ilk yardımın önemliliği ortaya çıkmıştır. Kazanın gerçekleştiği yerde bireylere ilk beş dakika içerisinde uygulanması mümkün olan etkili bir ilk yardım müdahalesi ile ölümlerin hemen hemen yarısını önlemek mümkün olmaktadır. Bu durum ilk yardımın insan hayatı için ne kadar önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (http 1). Hemşireler ve diğer sağlık çalışanlar için ilk yardım ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü birey hastalandığı (kalple ilgili bir sorun, bayılma gibi) ya da kaza sonrası yaralanma durumu yaşadığında, o anda bireyin yanındaysanız derhal müdahale etmemiz gerekir. Böyle durumlarda yapılacak müdahalenin etrafımızdaki fırsatlardan faydalanarak gerçekleştirilmesi gereklidir. Olayın yaşandığı yerde bir hemşire ve ya sağlık çalışanı varsa doğru müdahaleyi yapması hayati önem taşımakta ve toplum tarafından da sağlık çalışanından beklentiler artmaktadır. Hemşirelerin eğitim seviyesi ister lise ister lisans mezunu olsun müfredat gereği ilk yardım dersi almaktadırlar ancak ilk yardım derslerinin genellikle sadece teorik olarak anlatılması ve ders esnasında uygulama yapılma fırsatının olmaması nedeniyle hemşirelerin mezun olduktan sonra ilk yardım bilgi seviyelerinde düşme görülmektedir. Genellikle hastane ortamında acil tedavi-servis hizmeti sunmakta olan hemşireler ilk yardım uygulamalarından uzaklaşmışlardır. (http 2). Bu çerçevede 2002 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan İlkyardım Yönetmeliğinde; Tüm kurum ve kuruluşlarda istihdam edilen her yirmi personel için bir, az tehlikeli iş yerleri için her on beş personel için bir kişi ve ilgili mevzuata göre ağır ve tehlikeli isler kapsamında bulunan işyerlerinde, her on personel için bir olmak üzere, bu yönetmeliğe göre yetkilendirilmiş merkezden en az "Temel İlkyardım Eğitimi" sertifikası almış ilkyardımcının bulundurulması zorunlu olduğu belirtilmektedir. Bu yönetmelikle birlikte kamu ve özel sektör alanlarında bir çok ilk yardım merkezi açılmış olup temel ilk yardım kursları vermişlerdir. Sağlık bakanlığı 2017 yılından itibaren kendi bünyesinde görev yapmakta olan 112 Acil ve Afetlerde Sağlık Hizmetleri Birimi'nde görev

yapan 112 personelleri tarafından ücretsiz ilk yardım eğitimleri verdirmeye başlatmışlardır. Dünya da ve Türkiye'de toplumsal sorun haline gelen yanlış ilk yardım uygulamalarının yalnızca eğitimle çözülebilineceğinin farkına varılmıştır.

Ancak hemşireler de temel ilk yardımı konusunda bir eksiklik olduğu görülmüş, bu çalışma da hemşirelerin temel ilk yardım düzeyleri ölçülerek eğitimin gerekliliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Araştırmanın kitlesini Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi hemşireleri oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi hemşirelerinden toplam 264 kişi araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Çalışma verileri 2018 Aralık-2019 Nisan tarihleri arasında anket yardımıyla toplanmıştır. Araştırma örneklemi araştırmaya gönüllü olarak katılan hemşirelerden meydana gelmektedir. Bu araştırmada kullanılan örnekleme yöntemi, olasılıksız bir örnekleme çeşidi olan kolayda örnekleme yöntemidir. Bu örnekleme yönteminde araştırmacılar gruba rahatlıkla erişebilir ve grup uygulama için hazırdır (4). Bu yöntem gönüllü katılımın esas olduğu durumlarda sıklıkla başvurulan bir yöntemdir (5).

Araştırmada cinsiyet, meslekteki çalışma yılı ve yaş değişkenleri demografik bilgi olarak yer almıştır. Ayrıca hemşirelere "İlk yardım bilginizi nasıl derecelendirirsiniz?", "Daha önce ilk yardım gerektiren bir olayla karşılaştınız mı?" soruları sorulmuştur. Her bir demografik özelliğe ait istatistiksel testler yapılıp yorumlanmıştır.

Testin ikinci bölümünde ise temel ilk yardım bilgilerini ölçmek amacıyla uzmanlar tarafından hazırlanan 12 soruluk bilgi testi adaylara uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Yorum

Araştırmaya katılanlara ait frekans verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmaya Katılanlara Ait Frekans Verileri

		Frekans	Yüzde	Kümülatif
Cinsiyet	Erkek	25	19	19
	Bayan	107	81	100,0
Yaş	20-29	46	34,8	34,8
	30-39	58	43,9	78,8
	40 ve üzeri	28	21,2	100,0

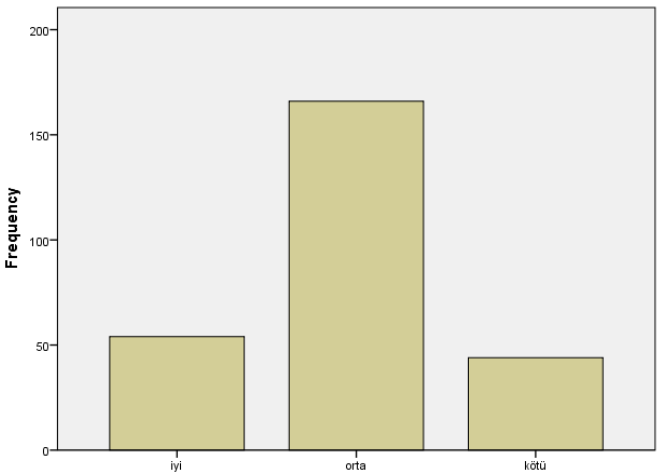
Mesleki yıl	0-3	23	17,7	17,4
	4-7	48	36,4	53,8
	8-10	30	22,7	76,5
	11 ve üzeri	31	23,5	100,0

Tablo 1 de görüldüğü üzere araştırmaya dahil edilenlerin% 81 i bayanlardan, % 19 u erkeklerden oluşmaktadır. Katılımcıların %34,8 i 20-29, %43,9 u 30-39, %21,2 si 40 ve üzeri yaş grubunda yer almaktadır. Ayrıca katılımcıların %17,7 si 0-3 yıl arası, %36,4 ü 4-7 yıl arası, %22,7 si 8-10 yıl arası, %23,5 i 11 ve üzeri mesleki yıl tecrübesine sahiptir.

Ayrıca katılımcılara "İlk yardım bilginizi nasıl derecelendirirsiniz?" ve "Daha önce ilk yardım gerektiren bir olayla karşılaştınız mı?" soruları sorulmuştur. Hemşirelerin bu sorulara verdikleri cevaplar ve frekans dağılımları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2. "İlk Yardım Bilginizi Nasıl Derecelendirirsiniz?"

Değer	**Frekans**	**Yüzdev**	**Kümülatif**
İyi	54	20,5	20,5
Orta	166	62,9	83,3
Kötü	44	16,7	100,0
Total	264	100,0	



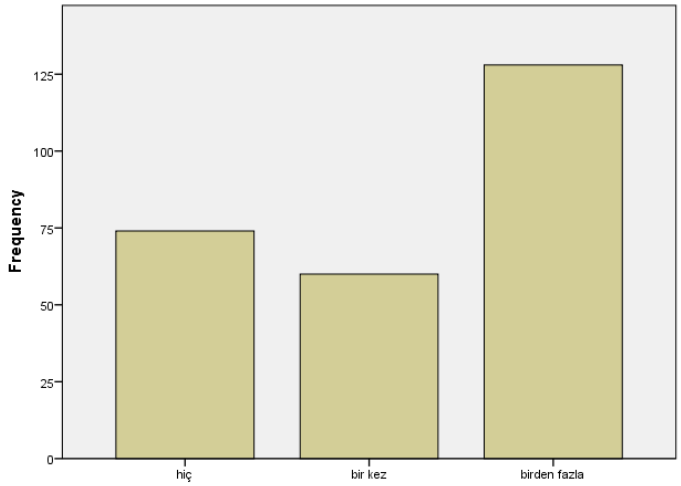
Şekil 1. "İlk Yardım Bilginizi Nasıl Derecelendirirsiniz?"

Tablo 2 ve Şekil 1 de görüldüğü üzere hemşirelerin büyük çoğunluğu temel ilk yardım bilgi düzeylerini orta olarak belirtmişlerdir.

Tablo 3. "Daha Önce İlk Yardım Gerektiren Bir Olayla Karşılaştınız Mı?"

		Frekans	Yüzde	Kümülatif
Valid	Hiç	74	28,2	28,2

	Bir Kez	60	22,9	51,1
	Birden Fazla	128	48,9	100,0
	Total	262	100,0	
Total		264		



Şekil 2. **"Daha Önce İlk Yardım Gerektiren Bir Olayla Karşılaştınız Mı?"**

Tablo 3 ve Şekil 2 den anlaşılacağı üzere hemşirelerin %70 e yakını en az bir kez de olsa ilk yardım gerektiren bir olayla karşılaştığını belirtmiştir.

Hemşirelerin karşılaştıkları ilk yardım vakalarına ve ilk yardım bilgi düzeylerine dikkat edildiğinde TİY eğitimi gerekliliği ve önemi açık bir şekilde görülmektedir.

Öğrencilerin ilk yardım testinden aldıkları notlar hem her bir soru için hem de test toplamına göre hesaplanmış ve cinsiyet açısından t testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. Cinsiyete Göre Ortalamaların Karşılaştırılması(t testi)

Group Statistics						
	Cinsiyet	N	Mean	Std. Deviation	T Score	Sig
Testtoplam	Erkek	24	0,5104	0,15985	0,912	P>0,05
	Bayan	107	0,5156	0,21602		

Tablo 4 e göre test puanlarının toplamı açısından kızlar ve erkekler açısından fark bulunmamıştır. Her iki ortalama birbirine benzer elde edilmiş olup 0,5104 ve 0,5156 dır. Ancak ortalamaların %50 civarında olması hemşireler için ilk yardım eğitimi düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Aynı şekilde her bir soru ortalaması cinsiyetler açısından karşılaştırılmış ve Tablo 5 te sunulmuştur.

Tablo 5. Test Soruları Ortalaması ve Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

Groupstatistics					T	Sig. (2-Tailed)
Cinsiyet		N	ortalama	Std. Deviation		
2. Birden Fazla Kişinin Yaralandığı Bir Trafik Kazası İle Karsılaştığınızda İlk Yapacağınız İş Ne Olur?	Erkek	24	,6250	,49454	-,816	,416
	Bayan	107	,7103	,45577	-,774	,444
3. Dış Kalp Masajı Ve Yapay Solunuma Ne Zaman Son Verilir?	Erkek	24	,5417	,50898	1,076	,284
	Bayan	107	,4206	,49597	1,058	,297
4. El Ve Ayak Kopmalarında Kopan Parça Ne Yapılmalıdır?	Erkek	24	,5417	,50898	-,252	,801
	Bayan	107	,5701	,49739	-,248	,805
5. Göğsüne Yabancı Cisim Saplanan Ve Solunum Sıkıntısı Çeken Yaralıya Aşağıdakilerden Hangisi Yapılmalıdır?	Erkek	24	,2083	,41485	-2,028	**,045**
	Bayan	107	,4299	,49739	-2,275	**,028**
6. Yemek Yediği Sırada Lokma Boğazına Kaçan Ve Öksürmeye Başlayan Kişiye Yapılacak Doğru İlkyardım Müdahalesi Hangisidir?	Erkek	24	,7917	,41485	1,303	,195
	Bayan	107	,6542	,47786	1,425	,162
7. Bebeklerde Kalp Masajı Nasıl Yapılmalıdır?	Erkek	24	,5417	,50898	-,763	,447
	Bayan	107	,6262	,48610	-,741	,464
8. Epilepsi (Sara) Nöbeti Geçiren Bir Kimseye Yapılacak Doğru	Erkek	24	,4583	,50898	,504	,615

İlkyardım Müdahalesi Nedir?	Bayan	107	,4019	,49258	,494	,625
9. Aşağıdaki Zehirlenmelerden Hangisinde Hasta Kesinlikle Kusturulmaması Gerekir?	Erkek	24	,7500	,44233	-,371	,711
	Bayan	107	,7850	,41272	-,355	,725
10. Suda Boğulma Durumunda İlkyardım Olarak Hangisi Yapılmalıdır?	Erkek	24	,3333	,48154	-,783	,435
	Bayan	107	,4206	,49597	-,798	,431
11. Göze Saplanmış İğne Benzeri Bir Cisim Varlığında Yapılacak İlkyardım Uygulaması Ne Olmalıdır?	Erkek	24	,1667	,38069	-,619	,537
	Bayan	107	,2243	,41908	-,658	,515
12. Aşağıdakilerden Hangisi İlk Yardımın Temel Uygulamalarındandır?	Erkek	24	,9167	,28233	1,811	**,042**
	Bayan	107	,7477	,43640	2,366	**,022**
13. Bir Kaza Yerinde, Solunum Sıkıntısı Olan, Bacağında Kırık Olan Ve Kanaması Olan Üç Farklı Yaralı Var İse, Sizce Aşağıdakilerden Hangi Sıraya Göre Yaralılara Müdahale Edilmelidir?	Erkek	24	,2500	,44233	,584	,560
	Bayan	107	,1963	,39904	,547	,588
Genel Ortalama				0,5152		

Tablo 5 te görüldüğü üzere sadece soru 5 ve 12 ortalamalarında cinsiyet açısından fark bulunmaktadır. “Aşağıdakilerden hangisi ilk yardımın temel uygulamalarındandır?” sorusunda erkeklerin ortalaması (0,9167) kızların ortalamasından (0,7477) anlamlı derecede farklıdır. Aynı şekilde 5. Soruda da cinsiyetler açısından anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tablo 5 te dikkat edilecek diğer bir konu, göğsüne yabancı cisim saplanması, epilepsi (sara) nöbeti geçiren bir kimseye müdahale, suda boğulma durumunda ilk yardım, göze saplanmış iğne

benzeri bir cisim varlığında yapılacak ilkyardım, bir kaza yerinde solunum sıkıntısı olan, bacağında kırık olan ve kanaması olan üç farklı yaralıya müdahale sırası konularında ortalamalar oldukça düşük bulunmuştur.

Aynı zamanda hemşirelerin mesleki yıl sürelerine göre de test puanları varyans analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak varyans homojenliği için Anova testi yapılmıştır.

Tablo 6. Mesleki yıl sürelerine göre varyans analizi

Mesleki yıl	N	Mean	Std. Deviation	Test of Homogeneity of Variances	sig	tukey 1
0-3 yıl	23	,4493	,18926			,4493
4-7 yıl	48	,4705	,20877			,4705
7-10 yıl	30	,5778	,22418	,333	,018	,5726
11 yıl ve üzeri	31	,5726	,16631			,5778
Total	132	,5152	,20563			**,062**

Yine Tablo 6 incelendiğinde ilk yardım puan ortalamaları mesleki yıla göre farklılık göstermemiştir (p>0).

Araştırmacıların kendi ilk yardım derecelerini belirtmeleri istenmiş ve buna göre de ortalamalar arası fark olup olmadığı test edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Tukey testi sonuçları

	N	Mean	Std. Deviation	Test of Homogeneity of Variances	tukey		
					sig	1	2
iyi	27	,5617	,20359			,3712	
orta	83	,5382	,19836	,751	,0010		,5382
kötü	22	,3712	,17952				,5617
Total	132	,5152	,20563			1,000	,882

Tukey testi sonuçlarına göre ilk yardım derecesi iyi olan katılımcıların ortalaması, orta ve kötü olan gruptan daha iyidir. Dolayısıyla bu farklılığa dayanarak katılımcıların test cevaplarına tutarlı cevap verdikleri söylenebilir.

SONUÇ

Herhangi bir durumda/zamanda meydana gelebilecek bir rahatsızlık, kaza ya da hayati durumun tehlikeye düşmesi anında kişilerin hayatını kurtarmak veya durumların daha da kötüye gitmesini engelleyebilmek amacıyla olayın gerçekleştiği yerde, sağlık çalışanı olay yerine gelinceye kadar mevcut olan araç gereçlerle gerçekleştirilen ilaçsız yapılan tüm uygulamalara ilk yardım denilebilmektedir (Yüksel ve Cücen, 2011).

Sağlık çalışanlarının testten aldıkları genel ortalamalara bakıldığında oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durum ilk yardım eğitiminin mesleği ne olursa olsun herkese verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca sağlık alanında bir müdahale ile ilk yardım temel uygulaması arasında fark olduğunun en önemli göstergesidir. Test puan ortalamaları arasında ise cinsiyet açısından fark bulunulamamıştır. Aynı şekilde ilk yardım bilgisini "iyi-orta-kötü" olarak dereceleyenler açısından da ortalama farkı bulunamamıştır.

Kaynakça

1. YÜKSEL, S., CÜCEN, Z. (2011). İlk Yardım ve Temel Uygulamalar. 1. Baskı, Nobel, Ankara.
2. HTTP 1. http://www.rbgilkyardim.com/, Erişim tarihi: 25.11.2019
3. HTTP 2. http://www.acilveilkyardim.com/%C4%B0lkyardim/ilkynedir.htm Erişim tarihi: 08.02.2019.
4. Cochran, W. G. (1977). Sampling Techniques (Third ed.)
5. . Kish, L. (1995). Survey Sampling. New York: Wiley.

MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİNİN TEMEL İLK YARDIM DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Rahim Arslan[1]

Bahar Türkmenoğlu[2]

Özet

Bu araştırma, cumhuriyet üniversitesi Hafik Kamer Örnek Meslek Yüksekokulu öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulama öğrencileri meslek yüksekokulu bünyesinde bulunan Çocuk Bakımı ve Gençlik Hizmetleri Bölümü, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Gıda İşleme Bölümü ve Raylı Sistemler İşletmeciliği bölümlerinden seçilmiştir.

Araştırmaya dahil edilen öğrencilere lisedeyken ilkyardım eğitimi alıp almadıkları, şimdiye kadar çevrelerinde ilkyardım gerektirecek olayla karşılaşıp karşılaşmadıkları ve herkesin ilkyardım eğitimi alması ile ilgili düşünceleri uygulanan testin ilk bölümünde sorulmuştur. Testin ikinci aşamasında ise katılımcılara temel ilk yardım bilgilerini ölçen 24 soruluk test uygulanmıştır.

Yapılan çalışmada katılımcılara uygulanan anketin genel puan ortalaması %46,91 'dir. Öğrencilerin temel ilk yardım bilgi düzeylerinin yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Temel ilk yardım da kişilerin bilgi seviyelerinin iyi bir düzeyde denilebilmesi için ortalama beklenen oran %85'dir. Katılımcıların temel ilk yardım bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu ve cevaplarda genellikle geleneksel olarak kulaktan dolma ve yanlış olan cevapları işaretledikleri görülmektedir. Temel ilk yardım eğitimin belirli periyotlarla 18 yaş üzeri her kesime verilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu çalışma sonrasında Cumhuriyet Üniversitesi öğrencilerine temel ilk yardım eğitimi düzenlenmesi kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlk Yardım, İlk yardım Eğitimi.

[1]Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Sivas / Türkiye

[2]Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek MYO, Sivas / Türkiye

Giriş

İlkyardım, meydana gelen herhangi bir kaza ya da yaşamı tehlikeye düşüren bir durumda sağlık görevlileri yardımı sağlanıncaya kadar hayatın kurtarılması ya da durumun daha kötüye gitmesini önleyebilmek amacıyla yapılan uygulamalardır (7).İlk yardım, uygulamaları toplumun her kesiminin sağlık eğitimi alsın veya almasın her koşulda yapması gereken bir uygulamalar bütünüdür(4) .Herhangi bir doğal afet, kaza, yangın vs. ile yaralananlara, özellikle olay yerinde yapılacak ilk ve doğru ilk yardım yöntemlerinin mümkünse toplumun tümüne öğretilmesi büyük bir gerekliliktir(5).2002 yılında yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden sonra bütün yazarlar ilkyardımın tanımı konusunda ortak ifadeler kullanmaya başlamışlardır (1,2). Acil tedavi; Acil tedavi ünitelerinde, hasta/yaralılara doktor ve sağlık personeli tarafından yapılan tıbbi müdahalelerdir (2).

İlkyardım uygulamalarında nelerin yapılacağı kadar nelerin yapılmaması gerektiği de öğrenilmelidir. (10). İnsanlar hayatları boyunca ilk yardım gerektirecek durumlarla her an karşılaşabilir. Bu nedenle ilk yardım bilgilerinin doğru, zamanında, hızlı ve pratik bir şekilde uygulanması hasta ya da yaralının hayatının kurtarılmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Ancak genellikle insanlar arasında yanlış bilinen uygulamalar hasta yada yaralının hayatını kurtarmak yerine kişinin hayatını tehlikeye atabilmekte ve kalıcı sakatlıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle toplumda kişilerin doğru olarak bildikleri ve yanlış yaptığı uygulamaların düzeltilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu yanlış uygulamaların sonucunda sakatlanmalar ve hatta ölümler meydana gelmekte, bu durumda önemli maddi kayıplara sebep olmaktadır.

Meydana gelen kazalarda ölümlerin %10'u ilk 5 dakika içerisinde, yarısı ise ilk 30 dakika içerisinde olmaktadır (13) .Yapılan araştırmalarda, meydana gelen ölümlerin %38'inin kaza yerinde yapılan bilinçli ve yeterli ilk yardım uygulamaları sayesinde önlenebileceği tespit edilmiştir(11).Hasta ya da yaralılara en etkili ilkyardım müdahaleleri ilk 5 dakikada yapılan müdahalelerdir(3). Bu bilgiler sayesinde, kişilerin ilk yardım konusunda doğru ve yeterli bilgilere sahip olmalarının ne kadar önemli olduğu görülmektedir(13)

Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Müdürlüğü İlk yardım Yönetmeliğine göre kamu ya da özel bütün kurumlarda her çalışandan az tehlikeli iş yerleri için yirmi kişide bir, çok tehlikeli işyerlerinde ise on kişiden bir kişinin ilk yardım eğitimi alması zorunlu kılınmıştır. Bu doğrultuda, özellikle meslek yaşamları gereği ilk yardım uygulamaları ile karşılaşma olasılığı yüksek olan ve bu uygulamaları doğru yapması beklenen alanlarda eğitim gören üniversite öğrencilerinin, bu konudaki bilgi ve becerilerinin yeterli ve güncel olması oldukça önemlidir.

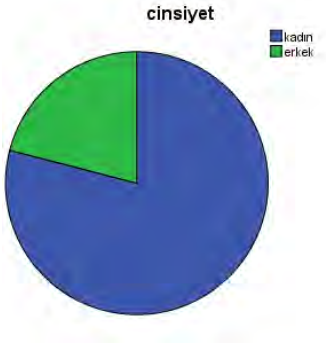
Ancak toplu yaşam alanlarında bulunan üniversite öğrencilerinin de temel ilk yardımı konusunda bir eksiklik olduğu görülmüş, bu çalışma öğrencilerin temel ilk yardım düzeyleri ölçülerek eğitimin gerekliliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1. Gereç ve Yöntem

Bu araştırma, Cumhuriyet Üniversitesi Hafik Kamer Örnek Meslek Yüksekokulu öğrencileri üzerine yapılmıştır. Uygulama öğrencileri meslek yüksekokulu bünyesinde bulunan Çocuk Bakımı ve Gençlik Hizmetleri Bölümü, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Gıda İşleme Bölümü ve Raylı Sistemler İşletmeciliği bölümlerinden seçilmiştir. Araştırmaya katılan kişilere ilk yardım konusundaki bilgi düzeylerini saptamak amacı ile bir test uygulanmıştır. Yapılan testte adaylara cinsiyeti, demografik bilgi olarak sorulmuş, bunun yanı sıra ilk yardım eğitimi alıp almadıkları, ilk yardım gerektiren bir olayla karşılaşıp karşılaşmadıkları ve ilk yardım eğitiminin gerekliliği ile ilgili görüşlerini almak amacıyla kısa sorular sorulmuştur. Testin ikinci bölümünde ise temel ilk yardım bilgilerini ölçmek amacıyla uzmanlar tarafından hazırlanan 24 soruluk bilgi testi adaylara uygulanmıştır. Katılımcılara ait cinsiyet ve ilk yardım eğitimi alıp almadıkları, ilk yardım gerektiren bir olayla karşılaşıp karşılaşmadıkları ve ilk yardım eğitiminin gerekliliği ile ilgili görüşlerine ait frekans tabloları aşağıdaki gibidir.

Tablo 1: Araştırmaya Katılanların Frekans Dağılımı

		Frekans	%
Cinsiyet	Bayan	98	79,0
	Erkek	26	21,0
	Toplam	124	100,0



Şekil 1. Araştırmaya Katılanların Frekans Dağılımı

Araştırmaya toplam 124 öğrenci dahil edilmiş ve bunların %79'u kız, %21'i erkek öğrencilerden oluşmuştur.

Tablo 2. Araştırmaya katılanların temel ilk yardım eğitimi

Okulunuzdan mezun olduktan sonra ilkyardım eğitimi aldınız mı, aldığınızeğitimi ne zaman aldınız?		
	Frekans	%
a. Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım.	86	69,4
b. Evet, eğitim alalı 1 yıl olmadı.	8	6,5
c. Evet, eğitim alalı 1-3 yıl oldu.	10	8,1
d. Evet, 3 yıldan çok oldu.	20	16,1
Total	124	100,0

Tabla 2'den anlaşıldığı üzere teste cevap veren öğrencilerin %69,4 'ü hiç ilk yardım eğitimi almadığını belirtmiştir. Bu durum ilk yardım eğitiminin öğrenciler arasında yaygınlaştırılması gerektiğinin en önemli göstergelerinden biridir.

Tablo 3. Adayların İlk Yardım Gerektiren Olayla Karşılaşma Durumları

Şimdiye kadar hiç siz veya çevrenizdeki insanlarla ilgili ya da görevinizle ilgili ilkyardım gerektirecek olayla karşılaştınız mı?		
	Frekans	%
a. Hiç karşılaşmadım	72	58,1
b. Bir kez karşılaştım	28	22,6
c. Birden fazla karşılaştım	24	19,4
Total	124	100,0

Tablo 3'te belirtildiği üzere araştırmaya katılanlarınyarısına yakını ilk yardım gerektiren bir olayla karşılaştığını belirtmiştir.

Tablo 4: Adayların Herkesin İlkyardım Eğitimi Alması İle İlgili Düşünceleri

Herkesin ilkyardım eğitimi alması ile ilgili düşünceniz nedir?		
	Frekans	%
a. Kesinlikle eğitim almasına gerek yok, ilkyardım sağlık	0	0

ekiplerinin işidir.		
c. Her kişi, yaşam boyunca sadece 1 kez eğitim almalıdır.	12	9,7
d. Bazı kişiler belirli periyotlarda eğitim almalıdır.	6	4,8
e. Kesinlikle herkes belirli periyotlarda eğitim almalıdır.	106	85,5
Total	124	100

Tablo 4'te belirtildiği üzere ilk yardım eğitimine öğrencilerin oldukça önem verdikleri görülmektedir. Bunun göstergesi olarak da" eğitim almaya gerek yok" maddesine kursiyerler olumsuz cevap vermişlerdir. Bu şıkka ve "kesinlikle herkes belirli periyotlarla eğitim almalıdır" ifadesine verilen cevaplar öğrencilerin bu eğitime önem verdiklerini göstermektedir.

Öğrencilerin ilk yardım testinden aldıkları notlar cinsiyet açısından t testi uygulanarak karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda ilk yardıma yönelik eğitim alıp almadıklarına göre de test puanları varyans analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak varyans homojenliği için Anova testi yapılmıştır.

Tablo 5. Anova Testi Sonuçları

Test of Homogeneity of Variances			
LeveneStatistic	df1	df2	Sig.
5,325	3	120	,002

Yapılan anova testinde gruplar arasında en az biri farklı bulunmuştur. Bu nedenle çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Post Hoc testleri uygulanmadan önce varyanslarınhomejenliği kontrol edilmniştir.

Tablo 6: Anova Testi Sonuçları

Anova					
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Değer	F	Sig.
Gruplar Arası	,163	3	,054	4,441	,005
Gruplar İçi	1,471	120	,012		
Toplam	1,634	123			

Tablo 6 da görüldüğü üzere Anova testi sonuçlarında varyansların homojen olmadığı (P<0,02) sonucuna varılmıştır. Bu nedenle tamhane testi yapılarak gruplar karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırılan ilk yardım testi ortalamaları Tablo 7 de sunulmuştur.

Tablo 7: Adayların Temel İlk Yardım Test Puanları

		Sınav Ortalaması	St sapma	Anlamlılık Değeri
İlk Yardım Eğitim Durumu	a. Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım.	**,4772**	**,10481**	F Testi P<0,01 (Tamhane)
	b. Evet, eğitim alalı 1 yıl olmadı.	,4783	,21552	
	c. Evet, eğitim alalı 1-3 yıl oldu.	,5391	,08981	
	d. Evet, 3 yıldan çok oldu.	,3957	,08569	
	Toplam	46,91	,11527	
Cinsiyet	98	,4747	,10022	0,298 T Test P>0,05
	26	,4482	,16070	
	124			

İlk yardım eğitim durumları göz önüne alındığında katılımcılardan eğitim alanların ortalamaları oldukça düşüktür. Testin güvenirliği açısından da eğitim arttıkça ortalamanın arttığı görülmektedir.

Tablo 8: Tamhane Test Sonuçları

	Yaş Aralığı	Sig.	Std. Error
a. Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım.	b. Evet, eğitim alalı 1 yıl olmadı.	1,000	,07703
	c. Evet, eğitim alalı 1-3 yıl oldu.	,335	,03057
	d. Evet, 3 yıldan çok oldu.	,005	,02225
b. Evet, eğitim alalı 1 yıl olmadı.	a. Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım.	1,000	,07703
	c. Evet, eğitim alalı 1-3 yıl oldu.	,979	,08132

	d. Evet, 3 yıldan çok oldu.	,905	,07857
c. Evet, eğitim alalı 1-3 yıl oldu.	a. Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım.	,335	,03057
	b. Evet, eğitim alalı 1 yıl olmadı.	,979	,08132
	d. Evet, 3 yıldan çok oldu.	,004	,03426
d. Evet, 3 yıldan çok oldu.	a. Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım.	,005	,02225
	b. Evet, eğitim alalı 1 yıl olmadı.	,905	,07857
	c. Evet, eğitim alalı 1-3 yıl oldu.	,004	,03426

Tablo 8 de yer alan Tamhane testi sonuçları incelendiğinde "Hayır, hiç ilkyardım eğitimi almadım" diyen grubun test ortalamalarının anlamlı düzeyde eğitim alan gruptan ayrıştığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle 0,4772 olan hiç eğitim almayanların ortalaması anlamlı derecede farklıdır.

Yine Tablo 8 incelendiğinde ilk yardım puan ortalamaları cinsiyete göre farklılık göstermemiştir (p>0).

Tablo 10 da ise her bir sorunun doğruluk oranı verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin hangi ilk yardım konusunda eksikliği olduğu görülebilecektir.

Tablo 9: Anket Soruları ve Ortalama Değerleri

İLKYARDIM BİLGİ ve TUTUMLARI	***N***	***Ortalama***
1. İlkyardım nedir?	124	91,94
a. Olay yerinde ilaç vererek yapılan müdahaledir.		
b. Hastanedeki hekimler tarafından yapılan ilk müdahaledir.		
c. Olay yerinde, tıbbi araç ve gereç aranmaksızın mevcut imkânlarla yapılan ilaçsız müdahaledir.		
d. Ambulansta doktor tarafından yapılan müdahaledir.		
e. Hastanedeki doktora ilk yardım eden hemşirenin yaptığı iştir.		
2. Birden fazla kişinin yaralandığı bir trafik kazası ile karsılaştığınızda ilk yapacağınız iş ne olur?	124	25,81
a. Yoldan geçen araçları durdurup, yaralıları bu araçlarla hastaneye gönderirim		

b. Hiç bir şey yapmadan acil yardım ekibinin gelmesini beklerim		
c. Kaza mahallinin çevre güvenliği alırım		
d. Kazazedeler içinde acı içinde kıvranan-bağıran biri varsa ona yardıma giderim		
e. Bağlı olduğum amire-müdüre konu hakkında bilgi veririm		
3. Dış kalp masajı ve yapay solunuma ne zaman son verilir?	124	24,19
a. 10 dakika yapıldıktan sonra		
b. Sağlık ekibi gelince		
c. 30 dakika yapıldıktan sonra		
d. 5 tur yaptıktan sonra		
e. Yukarıdaki seçeneklerin hiçbiri doğru değil		
4. Bir kaza yerinde,* Solunum sıkıntısı olan, bacağında kırık olan *ve* kanaması olan *üç farklı yaralı var ise, sizce aşağıdakilerden hangi sıraya göre yaralılara müdahale edilmelidir?	124	59,68
a. Önce solunum sıkıntısı olana, sonra bacağında kırık olana, en son kanaması olan hastaya		
b. Önce kanaması olana, sonra solunum sıkıntısı olana, en son bacağında kırık olan hastaya		
c. Önce kanaması olana, sonra bacağında kırık olana, en son solunum sıkıntısı olan hastaya		
d. Önce solunum sıkıntısı olana, sonra kanaması olana, en son bacağında kırık olan hastaya		
e. İlkyardımcı hiçbirine müdahale etmez		
5. Bir yaralanmada açık kırmızı renkte ve fışkıran tarzda kanama olması halinde ne tür bir kanama olduğunu düşünürsünüz?	124	61,29
a. Atardamar kanaması		
b. Toplardamar kanaması		
c. Kılcal damar kanaması		
d. Alyuvar kanaması		
e. Toplardamar ve atardamar kanaması aynıdır		
6. El ve ayak kopmalarında kopan parça ne yapılmalıdır?	124	54,84
a. Hasta ile birlikte soğuk bir ortamda en kısa sürede sağlık kurulusuna gönderilmelidir		
b. Savcı gelene kadar olay yerinde bırakılmalıdır		
c. İçi buz dolu kabın içine konulmalıdır		
d. Bir torbanın içine koyulup incelenmek üzere kriminallaboratuarına gönderilmelidir		
e. Kopan parça ise yaramaz çöpe atılmalıdır.		
7. Göğsüne yabancı cisim saplanan ve solunum sıkıntısı çeken yaralıyaaşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?	124	24,19
a. Yabancı cisim çıkarılarak kanama varsa		

tampon yapılır *b. Yabancı cisim çıkarılmaz, yaralı nazik bir şekilde yatırılarak hastaneye nakledilir* *c. Yabancı cisim çıkarılmaz, hareketsiz hale getirilir, yaralı yarı oturur pozisyonda nakledilir* *d. Yabancı cisim çıkarılarak hasta oturur pozisyonda hastaneye nakledilir* *e. İlkyardımcı müdahale etmez doktoru bekler*		
8. "Yanık sonucu deride oluşan su dolu kabarcıklar patlatılır ve yanık bölgeye yanık kremi sürülerek kapatılır" Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır* *c. Bilmiyorum*	124	88,0
9. "Nefes alıp veren ve kalp atışı hissedilen bir hastaya baygınsa kalp masajı ve suni teneffüs uygulaması yapılmalıdır". Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır* *c. Bilmiyorum*	124	67,74
10. "Bir kaza yerinde bulunan herkes kazazedelere ilkyardım yapmaları konusunda teşvik edilmelidir." Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır* *c. Bilmiyorum*	124	80,65
11. "Kalp masajı yumuşak bir zeminde uygulanır." Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır* *c. Bilmiyorum*	124	50,00
12. "Kazada ters dönmüş bir araçtakileri çıkarmak için öncelikle araç düzeltilmelidir." Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır* *c. Bilmiyorum*	124	96,00
13. "Kaza geçirmiş bir insan için önemli olan tasıma sekli değil, bir an önce hastaneye ulaştırılmasıdır." Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır* *c. Bilmiyorum*	124	87,10
14. "Sıcak çarpmasına maruz kalmış bir hastanın üzerindeki elbiseleri çıkarılmalıdır." Cümlesi size göre; *a. Doğrudur* *b. Yanlıştır*	124	14,52

c. Bilmiyorum		
15. "Ateşli havale geçiren bir hasta, ateşi ıslak havluya sarılmasına rağmen düşmez ise, buzlu su dolu küvete konulmalıdır." Cümlesi size göre;	124	9,68
a. Doğrudur		
b. Yanlıştır		
c. Bilmiyorum		
16. Yemek yediği sırada lokma boğazına kaçan ve öksürmeye başlayan kişiye yapılacak doğru ilkyardım müdahalesi hangisidir?	124	14,52
a. Hastaya müdahale edilmez öksürmeye teşvik edilir		
b. Hastanın sırtına vurulur		
c. Hastanın göğsüne kalp masajı yapılır		
d. Hastanın arkasına geçilerek eller kenetlenir, hastanın karın üst bölgesine sert darbelerle bası yapılarak lokma çıkarılmaya çalışılır		
e. Su içmesi söylenir		
17. Bebeklerde kalp masajı nasıl yapılmalıdır?	124	8,06
a. Tek parmakla		
b. Tek elle		
c. İki parmakla		
d. Çift elle		
e. Bebeğin kilosuna göre tek ya da çift elle		
18. Aşağıdaki malzemelerden hangisi kanamalarda uygulanacak turnike için uygundur?	124	62,9
a. Tel b.İp c. Eşarp d.Kablo		
e. Eldiven		
19. Donma olayı gelişen bir hastaya yapılacak ilkyardım müdahalesi ile ilgili hangisi doğrudur?	124	17,74
a. Donmaya maruz kalan bölge sıcak su içine sokularak ısıtılmaya çalışılır		
b. Donmaya maruz kalan bölge ovalanarak ısıtılmaya çalışılır		
c. Donmaya maruz kalan bölge soğuk su içine sokularak sok geçirmeden ısınması beklenir		
d. Hastanın giysileri çıkarılıp kuru giysiler giydirilir		
e. Yukarıdaki uygulamaların hiçbiri yapılmaz		
20. Epilepsi (sara) nöbeti geçiren bir kimseye yapılacak doğru ilkyardım müdahalesi nedir?	124	69,35
a. Hastanın elleri yumruk seklindeyse elleri açılmaya çalışılır		
b. Hastaya soğan, kolonya gibi maddeler koklatılır		
c. Hastanın kilitlenmiş çenesi açılmaya çalışılır,		

dilini ısırması engellenir		
d. Basını çarpmasını engellemek için basın altına yumuşak bir malzeme konur		
e. İp bulunup hasta sıkıcı bağlanır		
21. Aşağıdaki zehirlenmelerden hangisinde hasta kesinlikle kusturulmaması gerekir?	124	35,48
a. Çamaşır suyu içmiş hasta		
b. Süt ürünleri ile zehirlenmiş hasta		
c. Zehirli mantar yiyerek zehirlenmiş hasta		
d. İntihar amaçlı kalp ilaçları içmiş hasta		
e. Soba zehirlenmesi olan hasta		
22. Arı sokmalarında yapılacak ilkyardım nedir?	124	46,77
a. Isırılan bölgeyi keserek zehri emmek		
b. Isırılan bölgeyi sarmak		
c. Isırılan bölgeyi ovmak		
d. Isırılan bölgeye buz koymak		
e. Isırılan bölgenin üst kısmına turnike uygulamak		
23. Suda boğulma durumunda ilkyardım olarak hangisi yapılmalıdır?	124	59,68
a. Kazazedeye ilkyardım amaçlı müdahale edecek kişinin yüzme bilmesine gerek yoktur		
b. Suda boğulmakta olan kişiye müdahale ilkyardımcının değil sağlık ekiplerinin görevidir		
c. Su sığ olsa bile ilkyardım uygulaması yapmak için kazazede karaya çıkarılır		
d. Sudan çıkarılan kazazedenin bası aşağı ayakları yukarı gelecek şekilde tutulup yutulan su çıkarılır		
e. Kazazedenin solunumu kontrol edilerek gerekirse suni solunum yapılır		
24. Göze saplanmış iğne benzeri bir cisim varlığında yapılacak ilkyardım uygulaması ne olmalıdır?	124	43,55
a. Dokunulmamalıdır, yabancı cisim bulunduğu hali ile bırakılmalıdır		
b. Yabancı cisim ağrı ve kanamaya neden oldu ise çıkarılıp göz kapatılmalıdır		
c. Yabancı cisim sağa-sola hafifçe oynatılarak hareket ediyorsa çıkarılmalıdır		
d. Göz su ile yıkanmalıdır		
e. Yukarıdaki uygulamaların hiçbiri yapılmaz		
Ortalama		46,91

Tablo 9 a göre, birden fazla kişinin yaralandığı bir kaza ile karşılaştıklarında ilk yapacaklarının ne olduğu, dış kalp masajı, göğse yabancı cisim saplanması, sıcak çarpması, ateşli

havale durumları, yemek yeme sırasında öksürme ve boğulma, bebeklere kalp masajı, donma olayında ilk müdahale, zehirlenme ve göze bir cisim saplanması durumlarında kazazedeye yapılacak uygulamada öğrencilerin oldukça yetersiz bilgiye sahip oldukları görülmüştür. çünkü bu durumlara dair cevap ortalaması % 50 nin altındadır.

Tablo 9'da çalışmaya katılan öğrenciler, "İlkyardım Nedir?" sorusuna % 91,94' lık bir oran ile doğru cevap vermişlerdir. Ankete katılanların %59,68 i hasta/yaralıya müdahalede solunum, kanama ve kırık olaylarına müdahalede doğru sıralamayı yapmıştır. Araştırmada katılanların % 61,29 u atardamar kanamasını doğru bildiği görülmüştür. Araştırmaya katılanların %87,88 'i "yanık sonucu oluşan kabarcıkların patlatılması ve yanık kremi sürülüp kapatılması uygulamasının" yanlış olduğunu belirtmişlerdir. Günlük yaşantımızda çok fazla karşılaşılan yanma olayı ile ilgili olarak katılımcıların bilgi seviyelerinin yeterli derecede olduğu düşünülmektedir.

"Nefes alıp veren ve kalp atışı hissedilen baygın hastaya kalp masajı ve suni teneffüs uygulaması" ile ilgili % 67,74 ü yapılmaması gerektiğini belirtmiştir. Katılanların % 80,65 i "bir kaza yerinde bulunan herkesin ilkyardım yapması için çağrılmasının" yanlış olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların %96 sı "kazada ters dönmüş bir araçtakileri kurtarmak için aracın düzeltilmesinin" yanlış olduğunu belirtmişlerdir. "Epilepsi (sara) nöbeti geçiren hastaya yapılacak ilkyardım müdahalesi" olarak katılımcıların % 69,35 i başını çarpmasını engellemek için başın altına yumuşak bir malzeme konması gerektiğini belirtmiştir.

Testin genel ortalaması dikkate alındığında 46,91 olduğu görülmektedir.

2. Tartışma ve Sonuç

Usta ve arkadaşlarının meslek yüksek okulu öğrencilerinin üzerinde yapmış olduğu araştırmada katılımcıların %44,0'ı temel ilkyardım eğitimini almadığını belirtmektedir (8).Yapılan çalışma da ise hiç ilk yardım eğitimi almayanların oranı % 69,4 gibi oldukça yüksek bir rakamdır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin %58,1 i ilk yardım gerektiren bir olayla hiç karşılaşmadığını bildirmiştir. Durmuş'un yaptığı çalışmada bu oran toplamda %26,7'dir (9). Akman'ın yapmış olduğu çalışmaya göre ise bu oran %48,4'dür (6).

Öğrencilere herkesin ilkyardım eğitimi alması ile ilgili düşünceleri sorulduğunda katılımcıların %85 i 'Kesinlikle herkes belirli periyotlarda eğitim almalıdır' şeklinde cevap vermişlerdir. Akman'ın polisler üzerinde yapmış olduğu çalışmada ise çalışmaya katılan polislerin %73,3 'ü kesinlikle bütün polislerin belirli periyotlarla ilkyardım eğitimi alması gerektiğini düşünmektedir (6).

Çalışmaya katılan öğrenciler, "İlkyardım Nedir?" sorusunu % 91,94 bir oran ile doğru cevap vermişlerdir. Duman ve arkadaşlarının ''Üniversite Öğrencilerinin İlk Yardım Bilgi Düzeyleri Ve Bunu Etkileyen Faktörler'' adlı çalışmasında Öğrencilerin, ilkyardıma ilişkin genel bilgi düzeyleri incelendiğinde, büyük bir çoğunluğunun ilkyardımın öncelikli amacının hayati tehlikeyi ortadan kaldırmak olduğunu % 92,7' lik bir oranla doğru yanıtlamışlardır **(**7**).** Diğer çalışmalar ve yapılan çalışma göstermektedir ki toplum da ilk yardımın terim olarak anlamı önemli ölçüde doğru olarak bilinmektedir.

Birden fazla kişinin yaralandığı bir kaza ile karşılaştıklarında ilk yapacaklarının ne olduğu, dış kalp masajı, göğse yabancı cisim saplanması, sıcak çarpması, ateşli havale durumları, yemek yeme sırasında öksürme ve boğulma, bebeklere kalp masajı, donma olayında ilk müdahale, zehirlenme ve göze bir cisim saplanması durumlarında kazazedeye yapılacak uygulamada öğrencilerin oldukça yetersiz bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Çünkü bu durumlara dair cevap ortalaması % 50 nin altındadır. Teknik bir soru olan bu sorulara verilen doğru cevabın düşük olması katılımcıların temel olarak bilmesi gereken ilk yardım konularında oldukça yetersiz olduklarını göstermektedir.

Ankete katılanların %59,68 i hasta/yaralıya müdahalede solunum, kanama ve kırık olaylarına müdahalede doğru sıralamayı yapmıştır. Araştırmada katılanların % 61,29 u atardamar kanamasını doğru bildiği görülmüştür. Araştırmaya katılanların %87,88 'i "yanık sonucu oluşan kabarcıkların patlatılması ve yanık kremi sürülüp kapatılması uygulamasının" yanlış olduğunu belirtmişlerdir. Barutçu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada sınıf öğretmenlerinin % 95.9'u kalp masajı ve suni solunum hakkında bilgi sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir (12). İlk yardımın belirleyici sorularından ve hayatın kurtarılmasında temel konulardan olan dış kalp masajı hakkında öğrencilerin çok az bilgiye sahip oldukları görülmektedir.

Günlük yaşantımızda çok fazla karşılaşılan yanma olayı ile ilgili olarak katılımcıların bilgi seviyelerinin yeterli derecede olduğu düşünülmektedir.

"Nefes alıp veren ve kalp atışı hissedilen baygın hastaya kalp masajı ve suni teneffüs uygulaması" ile ilgili % 67,74 ü yapılmaması gerektiğini belirtmiştir. Katılanların % 80,65 i "bir kaza yerinde bulunan herkesin ilkyardım yapması için çağrılmasının" yanlış olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların % 96 sı "kazada ters dönmüş bir araçtakileri kurtarmak için aracın düzeltilmesinin" yanlış olduğunu belirtmişlerdir. "Epilepsi (sara) nöbeti geçiren hastaya yapılacak

ilkyardım müdahalesi" olarak katılımcıların % 69,35 i başını çarpmasını engellemek için başın altına yumuşak bir malzeme konması gerektiğini belirtmiştir.

Yapılan çalışmada katılımcılara uygulanan anketin genel puan ortalaması %46,91 'dir. Öğrencilerin temel ilk yardım bilgi düzeylerinin yeterli olmadığı düşünülmektedir. Temel ilk yardım da kişilerin bilgi seviyelerinin iyi bir düzeyde denilebilmesi için ortalama beklenen oran %85'dir. Katılımcıların temel ilk yardım bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu ve cevaplarda genellikle geleneksel olarak kulaktan dolma ve yanlış olan cevapları işaretledikleri görülmektedir. Temel ilk yardım eğitimin belirli periyotlarla 18 yaş üzeri her kesime verilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu çalışma sonrasında Cumhuriyet Üniversitesi öğrencilerine temel elik yardım eğitimi düzenlenmesi kanaatine varılmıştır.

Kaynakça

1. EGM Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı. Temel İlkyardım. Ankara: EGM Basımevi; 2007.

2. İl Sağlık Müdürlüğü Acil Sağlık Hizmetleri Şubesi. Temel İlkyardım Uygulamaları Eğitim Kitabı. Ankara: 2006.

3. Lingard H. The effect of fi rst aid training on Australian construction workers' occupational health and safety motivation and risk control behavior. Journal of Safety Research 2002; 33:209-30.

4. Bumin M A, Ayoğlu F. Trafik Kazalarında Temel İlkyardım. Ankara: EGM Basımevi; 1998.

5. Ünaldı T. İlkyardım Ders Kitabı. Sivas: Cumhuriyet ÜniversitesiYayınları; 1994.

6. Akman, Sivas il merkezinde çalışan polislerin ilkyardım bilgi ve tutumlarının değerlendirilmesi/Y.lisans Tezi/2010

7. Büyükkayacı Duman N, Koçak C, Sözen C. Üniversite öğrencilerinin ilk yardım bilgi düzeyleri ve bunu etkileyen faktörler. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2013; 1: 57-70.

8. Usta ve arkadaşları, Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin İlkyardım Bilgi Düzeyleri Ve Tutumlarının Belirlenmesi HOD, Ekim 2017, 2(2):67-77

9. Durmuş S. Kayseri İl Emniyet Müdürlüğü Kadrosunda Görevli Polislerin İlkyardım Hakkında Bilgi Ve Tutumlarının Değerlendirilmesi. Bilim Uzmanlığı Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 1993

10. İlkyardım Yönetmeliği, 2002

11. Singer AJ, Gulla J, Thode HC, Cronin KA. Pediatric fi rst aid knowledge among parents.PediatrEmerg Care 2004; 20:808-811.

12. Barutçu Ve Ark.Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin İlkyardım Konusunda Bilgi Düzeyleri Ve Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi Mestek 2017 | 4. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sosyal Ve Teknik Bilimler Kongresi Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 11-13 Mayıs 2017, Burdur

13. Aytaç Ş, Gürleyen Gök M, Özkan S. Bir işçi sağlığı ve güvenliği uygulaması olan temel ilk yardım eğitiminin incelenmesi. GMJ. 2016; 27: 53-57.

MYO ÖĞRENCİLERİNİN KİŞİSEL HİJYEN DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ

Rahim Arslan[1]

Bahar Türkmenoğlu[2]

ÖZET

Sağlığa zarar verecek ortamlardan korunmak için yapılacak uygulamalar ve alınan temizlik önlemlerinin tümü hijyen olarak tanımlanır. Kişisel hijyen; saç temizliği ve bakımı, yüz, göz ve kulak temizliği, ağız ve diş temizliği, ayak temizliği, banyo alışkanlığı, dış genital organlar ve koltuk altı temizliği, sağlıklı giyinme, el ve tırnak temizliğini kapsamaktadır. Sağlık eğitimi, öğrenci sağlığı, okul çevresi ve okul personelinin sağlığı ile birlikte okul sağlığı hizmetlerinin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Sağlık eğitimiyle kazanılan davranışlar aileleri de olumlu yolda etkilemekte böylece öğrenciler bir çarpan etkisiyle toplumun sağlık eğitimi de dolaylı yoldan olumlu etkilemiş olabilmektedir.

Sağlığı korumak ve sürdürmek uygarlık düzeyinin göstergesidir. Bunun için gerekli olan hijyen bilgi ve uygulamaları, bireysel ve sosyal sağlığımızın dayandığı bir temeldir. Özellikle toplu yaşanılan öğrenci yurtlarında temizlik ve sağlık, sadece bireysel hassasiyetle korunamaz. Bu çalışmada Cumhuriyet Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilerin hijyen ve temizlik kuralları konusunda dikkatleri ölçülmeye çalışılmış ve bundan sonraki aşamada planlanan kişisel temizlik eğitimleri için ana başlıklar tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda 124 öğrenciye anket uygulanmış ve öğrencilerin genel temizlik kurallarına yönelik hassas oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ancak temizlikte yöntem, sıklık ve olası olumsuz konularında bilgilendirilmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Temizlik Bilinci, Kişisel Hijyen, Davranış.

[1]Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Sivas / Türkiye

[2]Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek MYO, Sivas / Türkiye

Giriş

Genel olarak hijyen, "sağlığı koruma bilimi" anlamında kullanılmaktadır. Günümüzde sağlığı korumaya yönelik tüm uygulamalara hijyen denmektedir. Hijyen uygulamalarının en önemlilerinden biri kişisel hijyen uygulamalarıdır (1). Kişisel hijyen uygulamaları, bulaşıcı hastalıklar başta olmak üzere birçok hastalığı önlemeye yöneliktir. Bu uygulamalar arasında; saç bakım ve temizliği, yüz, göz ve kulak temizliği, ağız ve diş sağlığının korunması, düzenli olarak banyo yapımı, el, ayak ve tırnakların bakımı, temiz çamaşır ve giyecek kullanılması, kendine ait havlu, tarak, çamaşır, diş fırçası, tırnak makası bulunmasını sayılabilir. Ancak sadece vücut temizliği değil, yaşanılan ortamın da temiz olması kişisel hijyen açısından önemlidir (2). Kişiler sürekli olarak dış ortam kirleticilerinin etkisine maruz kalmaktadırlar. Kişi eliyle dış ortamdaki birçok kirletici etmene dokunur, gezerken ayakkabılarıyla bir takım kirletici öğelere basar, tozlar vücuduna ve saçlarına konar. Kirli ellerini ağzına götürerek mikropların vücuda girmesine neden olur. İnsan derisi bir dereceye kadar dışarıdan gelen kirleticilere karşı koruyucu bir engel oluşturmaktadır. Ancak derideki çatlaklar, yaralar bir takım hastalıkların vücuda girmesine neden olabilir. Bu nedenle temizlik vücudun hastalıklardan korunması açısından en önemli uygulamalardan biridir (3). Halen dünyada en sık görülen ve en sık öldüren hastalıklar grubunu infeksiyon hastalıkları oluşturmaktadır. Halk sağlığı literatüründe, kişisel hijyen seviyesinin geliştirilmesi ile 40-50 adet hastalığın bulaşmasının önlenebileceği belirtilmektedir. Doğru el yıkama şekli ve alışkanlığının insanlara kazandırılması halinde bu hastalıkların sıklığında önemli azalmalar olacağı bildirilmektedir. Örneğin, Bangladeş'te yapılan bir çalışmada annelerin yemek hazırlarken temiz suyla ellerini yıkamaları ve çocukların tuvalet alışkanlıklarının sağlanmasına yönelik yapılan bir eğitim programı ile çocuklarda görülen ishal olgularında ciddi düşmeler olduğu rapor edilmiştir(4). Günümüzde besin kaynaklı infeksiyon ve zehirlenmeler, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm dünya ülkelerinde önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmakta ve giderek artış göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 6.3-8.1 milyon kişinin besin kaynaklı hastalıklara yakalandığı bildirilmektedir. Bu, 3000/100000 kişinin kontamine besin maddeleri ile infekte olması demektir. Gelişmekte olan ülkelerdeki ishal olgularının %70'inin nedenini kontamine besinler oluşturmaktadır (5). Sağlık eğitimi, öğrenci sağlığı, okul çevresi ve okul personelinin sağlığı ile birlikte okul sağlığı hizmetlerinin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Sağlık eğitimiyle kazanılan davranışlar aileleri de olumlu yolda etkilemekte böylece öğrenciler bir çarpan etkisiyle toplumun sağlık eğitimi de dolaylı yoldan olumlu etkilemiş olabilmektedir (6). Geliştirilecek sağlık eğitim programları için eğitimde ihtiyaç

saptanması çalışmaları öğrencilerin kişisel hijyenleriyle ilgili mevcut davranış örüntülerinin açığa çıkartılmasına ihtiyaç duyacaktır. Milyonlarca genç insanda bu dönem, önlenebilir önemli morbidite, mortalite ve kötü sağlık alışkanlıkları ile birliktedir.

Bulgular ve Yorum

Araştırmada Gün'ün 2019 yılında tezinde kullandığı anket kullanılmıştır (11).

Tablo 1'de ifade edildiği gibi araştırmaya katılan 214 kişiden % 56,5'i 1. sınıf, % 43,5'i 2. Sınıf öğrencilerinden; % 62,9'uçocuk gelişimi bölümü, %19,4'ü raylı sistemler bölümü ve % 17,7'si bankacılık bölümü öğrencilerindendir. Aynı şekilde % 79'u kız öğrencilerden, %21'i erkek öğrencilerden; % 48,4'ü 18-20 yaş aralığında ve %51,6'sı 21 yaş ve üzerinde olmak üzere toplam 214 öğrenci bu çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır.

Tablo 1. Araştırmaya Katılanların Frekans Dağılımı

Kategori	Aralık	Frekans	Yüzde
Sınıf	**1. Sınıf**	**70**	**56,5**
	2. Sınıf	**54**	**43,5**
Bölümler	**Çocuk Gelişimi**	**78**	**62,9**
	Raylı Sistemler	**24**	**19,4**
	Bankacılık	**22**	**17,7**
Cinsiyet	**Kız**	**98**	**79**
	Erkek	**26**	**21**
Yaş	**18-20**	**60**	**48,4**
	21 Ve Üzeri	**64**	**51,6**
Toplam		**214**	**100**

Uygulanan genel hijyen davranışları testi demografik özellikler, Ağız Ve Diş Hijyenine İlişkin Sorular, El Ve Ayak Hijyenine İlişkin Sorular, VÜCUT Hijyenine İlişkin Sorular, Kişisel eşyaların kullanımına ilişkin sorular ve Genel Hijyen Ve Temizlik Alışkanlıklarına İlişkin Sorular olmak üzere 6 bölümden oluşmaktadır. Öğrencilere uygulanan teste ait soru ve cevap dağılımları Tablo 2-3-4 te sunulmuştur.

Tablo 2. Ağız Ve Diş Hijyenine İlişkin Sorular

Sorular	Seçenekler	Frekans	Yüzde
Dişler günde en az kaç kez fırçalamalıdır?	a) Hiç	0	0
	b) 1 kez	16	12,9
	c) 2 kez	**74**	**59,7**
	d) 3 ve daha	34	27,4

Diş fırçalarken kullanılan diş macunu miktarı ne kadar olmalıdır.	a)Hiç	0	0
	b) Mercimek tanesi	**59**	**47,6**
	c) Diş fırçasının yarısı kadar	22	17,7
	d) Diş fırçasının boyu kadar	42	33,9
Diş fırçasının özelliği nasıl olmalıdır?	a)Sert		
	b)Orta Sert	**72**	**58,1**
	c) Yumuşak	50	40,3
	d)Bilmiyorum	2	1,6
Diş fırçaları ne sıklıkta değiştirilmelidir?	a) Hiç		
	b) 2-3 ayda bir	**114**	**91,9**
	c) Yılda bir	8	6,5
	d) 2-3 yılda bir	2	1,6
Diş fırçalama süresi en az kaç dakika olmalıdır?	yarım dakika- bir	10	8,1
	b) 2 dk- 3 dk	**78**	**62,9**
	c) 4 dk-5 dk	32	25,8
	d)Bilmiyorum	4	3,2
Diş doktoruna hangi sıklıkta gidilmelidir?	a) Ayda bir	14	11,3
	b) Altı ayda bir	**74**	**59,7**
	c) Yılda bir	14	11,3
	d) Dişlerde bir Şikayet olduğunda	22	17,7
Diş ipi kullanmanın diş sağlığı açısından önemli olduğunu düşünüyor musunuz?	**Evet**	80	64,5
	Hayır	44	35,5

Diş temizliği ve sağlığı bireyler olarak en çok dikkat etmemiz gereken hususlardan biridir. Öğrenciler üzerine yapılan bu araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin diş temizliği ve sağlığı açısından oldukça bilinçli oldukları söylenebilir. Ancak alışkanlık haline getirilmesi gereken günlük diş bakımlarında öğrencilerin bilinçlendirilmesi gerektiği Tablo 1'e göre söylenebilir. Özellikle diş bakımının yanında kullanılması gereken macun miktarı, diş kontrolüne gitme sıklığı ve diş ipi kullanmanın önemi soruları dikkate alındığında öğrencilerin bu konularda bilinçlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

Tablo 3. El Ve Ayak Hijyenine İlişkin Sorular

	Seçenekler	**Fr**	**Yüzde**
Doğru el temizliğini sağlamak için eller ne şekilde yıkanmalıdır?	a) Sadece su	0	0
	b) Su ve sabunla	**114**	**91,9**
	c)Özel	10	8,1
	d) Diğer	0	0
Eller yıkandıktan sonra kurulanmalı	**a) Evet**	**122**	**98,4**

mıdır?	b) Hayır	2	1,6
	c) Bilmiyorum	0	0
El/ ayak tırnakları ne sıklıkta kesilmelidir?	**a) Haftada bir**	**68**	**54,8**
	b) 10 günde bir	20	16,1
	c) 2 haftada bir	0	0
	d) Uzadığını hissettikçe	36	29,0
El tırnakları ne şekilde kesilmelidir?	**a) Ay Şeklinde**	**98**	**79,0**
	b) Düz kesilmelidir	20	16,1
	c) Sadece törpülenmelidir.	2	1,6
	d) Diğer	4	3,2
Banyo yapmanın dışında ayak yıkama sıklığı ne olmalıdır?	**a) Her gün**	**114**	**91,9**
	b) 2 günde bir	8	6,5
	c) 3 günde bir	0	0
	d) Haftada bir	2	1,6
Ayak tırnakları ne şekilde kesilmelidir?	a) Ay Şeklinde	72	58,1
	b) Düz kesilmelidir	**46**	**37,1**
	c) Sadece törpülenmelidir.	2	1,6
	d) Diğer	4	3,2
Çoraplar ne sıklıkta değiştirilmelidir?	**a) Her gün**	**116**	**93,5**
	b) 2 günde bir	6	4,8
	c) 3 günde bir	0	0
	d) Haftada bir	2	1,6
Ayaklar yıkandıktan sonra kurulanmalı mıdır?	**a) Evet**	**116**	**93,5**
	b) Hayır	6	4,8
	c) Bilmiyorum	2	1,6

Tablo 3 dikkate alındığında öğrencilerin el ayak temizliğine dikkat ettikleri söylenebilir. Ancak tırnak bakımı sorularının yüzdeleri dikkate alındığında tırnak kesim konularında bilgilendirilme ihtiyacı görülmektedir. Ayrıca ayak ve el temizliğinin önemi konusunda da öğrenciler daha fazla bilgilendirilmeli, bu konuda öğrencilere ek bilgiler sunulmalıdır.

Tablo 4. VÜCUT Hijyenine İlişkin Sorular

Sorular	Seçenekler	Frekans	Yüzde
Ne tür çamaşır kullanılmalıdır?	**a) Pamuklu**	**112**	**90,3**
	b) Naylon	4	3,2
	c) Fark etmez	8	6,5
Kulak temizliği ne ile yapılmalıdır?	a) Ucu sivri araçla	0	0
	b) Havlu ucuyla	24	19,4
	c) Ucu pamuklu çubukla	**98**	**79,0**
	d) Temizlenmemelidir.	2	1,6
Ter kokusunu gidermek için nasıl bir işlem uygulanmalıdır?	a) Deodorant	26	21,0
	b) Kolonya	4	3,2
	c) Sık sık banyo yapılmalı	**94**	**75,8**
	d) sabunlu su ile vücut silinmelidir.	0	0

Çamaşırlar ne sıklıkta değiştirilmelidir?	a) Her gün	88	71,0
	b) 2-3 günde bir	**32**	**25,8**
	c) Haftada bir		
	D) Bilmiyorum	4	3,2

Vücut temizliği tablosu dikkate alındığında öğrencilerin banyo ve kıyafet değiştirmeye dikkat ettikleri söylenebilir. Ancak kulak temizliği ve çamaşır kullanma konusunda bilgilendirilme yapılması gerektiği söylenebilir.

Tablo 5. Kişisel eşyaların kullanımına ilişkin sorular

Seçenekler			
Jilet	**Sadece ben kullanırım**	**96**	**77,4**
	Ailecek kullanırız	2	1,6
	Hiç kullanmam	26	21,0
Diş fırçası	**Sadece ben kullanırım**	**116**	**93,5**
	Ailecek kullanırız	8	6,5
	Hiç kullanmam	0	0
Çorap	**Sadece ben kullanırım**	114	91,9
	Ailecek kullanırız	8	6,5
	Hiç kullanmam	2	1,6
Tırnak makası	**Sadece ben kullanırım**	102	82,3
	Ailecek kullanırız	22	17,7
	Hiç kullanmam	0	0
Tarak	**Sadece ben kullanırım**	102	82,3
	Ailecek kullanırız	22	17,7
	Hiç kullanmam	0	0
iç çamaşırı	**Sadece ben kullanırım**	120	96,8
	Ailecek kullanırız	2	1,6
	Hiç kullanmam	2	1,6
El havlusu	**Sadece ben kullanırım**	82	66,1
	Ailecek kullanırız	40	32,3
	Hiç kullanmam	2	1,6
Ayakkabı/ Terlik	**Sadece ben kullanırım**	108	87,1
	Ailecek kullanırız	14	11,3
	Hiç kullanmam	2	1,6
Banyo havlusu	**Sadece ben kullanırım**	112	90,3
	Ailecek kullanırız	10	8,1
	Hiç kullanmam	2	1,6
Banyo lifi	**Sadece ben kullanırım**	106	85,5
	Ailecek kullanırız	16	12,9
	Hiç kullanmam	2	1,6
Banyo Terliği	**Sadece ben kullanırım**	76	61,3

Ailecek kullanırız	46	37,1
Hiç kullanmam	2	1,6

Tablo 5 te yer alan kişisel temizlik ve kişisel temizlik malzemelerinin kullanımı göz önüne alındığında öğrencilerin genelde hassas olduğu söylenebilir. Ancak banyo terliği, havlu kullanımı, tırnak makası gibi kişiye özel olması gereken temizlik malzemelerinin kullanımında öğrenciler bilgilendirilmelidir.

Tablo 6. Genel Hijyen Ve Temizlik Alışkanlıklarına İlişkin Sorular

	Hijyen ve temizlik alışkanlıkları	**Her zaman**	**Bazen**	**Hiç**
1	Sabah kalktığımda ellerimi yıkıyorum.	95,2%	4,8%	0
2	Sabah kalktığımda yüzümü yıkıyorum.	95,2%	3,2%	1,6%
3	Gece yatmadan önce yüzümü yıkıyorum.	**40,3%**	**53,2%**	**6,5%**
4	Burnumu su ile sümkürerek temizliyorum.	53,2%	35,5%	11,3%
5	Yemekten önce ve sonra ellerimi yıkıyorum.	**75,8%**	**22,6%**	**1,6%**
6	Tuvaletten çıkınca ellerimi sabunla yıkarım.	91,9%	4,8%	3,2%
7	Eve geldiğimde ellerimi yıkamayı unutuyorum.	**16,1%**	**48,4%**	**33,9%**
8	Dişlerimi günde en az 2 kez fırçalarım	74,2%	19,4%	4,8%
9	Diş fırçalarken (mercimek tanesi kadar) diş macunu kullanırım	62,9%	17,7%	17,7%
10	Diş fırçası seçerken orta sertlikte olmasına dikkat ederim	72,6%	21,0%	6,5%
11	Diş fırçamı 2 – 3 ayda bir değiştiririm	72,6%	19,4%	8,1%
12	Dişlerimi 4-5 dk boyunca fırçalarım	**41,9%**	**43,5%**	**14,5%**
13	Diş doktoruna sadece dişlerim ağrıdığında giderim	**50,0%**	**37,1%**	**12,9%**
14	Diş ipi kullanmıyorum	29,0%	19,4%	50,0%
15	Ellerimi sadece su ile yıkarım	21,0%	17,7%	58,1%
16	Ellerimi yıkadıktan sonra mutlaka kurularım	95,2%	3,2%	1,6%
17	El/ ayak tırnaklarımı uzadığını hissettikçe keserim	77,0%	13,1%	9,8%
18	El tırnaklarımı düz keserim	29,0%	21,0%	50,0%
19	Ayaklarımı sadece banyodan banyoya yıkarım	12,9%	8,1%	77,4%
20	Ayaklarımı yıkadıktan sonra mutlaka kurularım	69,4%	24,2%	6,5%
21	Ayak tırnaklarımı ay şeklinde keserim	66,1%	12,9%	21,0%
22	Çoraplarımı her gün değiştiririm	91,9%	6,5%	1,6%
23	Her gün mutlaka çamaşırlarımı değiştiririm.	69,4%	29,0%	1,6%
24	Kullandığım çamaşırların pamuklu olmasına dikkat ederim.	67,7%	24,2%	8,1%
25	Kulak temizliğini havlu ucu ile yaparım	**27,4%**	**27,4%**	**45,2%**
26	Ter kokusunu gidermek için her zaman deodorant kullanırım.	58,1%	25,8%	16,1%

Test sorularının geneli öğrencilere genel ifadelerle tekrar sorulmuş ve alınan oranlar Tablo 6'da sunuluştur. Buna göre öğrencilerin genel temizlik konularında dikkatli oldukları ancak sıklık ve yöntem konusunda bilgilendirilmeleri gerektiği söyleneblir.

Sonuç ve Öneriler

Sağlığı korumak ve sürdürmek uygarlık düzeyinin göstergesidir. Bunun için gerekli olan hijyen bilgi ve uygulamaları, bireysel ve sosyal sağlığımızın dayandığı bir temeldir. Özellikle toplu yaşanılan öğrenci yurtlarında temizlik ve sağlık, sadece bireysel hassasiyetle korunamaz. Bu çalışmada Cumhuriyet Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilerin hijyen ve temizlik kuralları konusunda dikkatleri ölçülmeye çalışılmış ve bundan sonraki aşamada planlanan kişisel temizlik eğitimleri için ana başlıklar tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda öğrencilerin genel temizlik kurallarına yönelik hassas oldukları söylenebilir. Ancak temizlikte yöntem, sıklık ve olası olumsuz konularında bilgilendirilmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

1. Helfand AF. Podiatric medicine and public health. Concepts and perspectives. Special Commission of the Podiatric Health Section of theAmerican Public Health Association. JAm Podiatr MedAssoc 1998; 88:353-9

2. Akın L, Özcebe H, Güler Ç. Kişisel Hijyen. Editörler: Akın L, Özcebe H, Haznedaroğlu D, Özbaþ S, Serim H. İçinde: Adölesan Sağlığı ve Gelişimi Eğitici Eğitimi Rehberi Kitabı. Sayfa:105-122

3. Güler Ç. Kişisel hijyen. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni 2004;3(6):119-32.

4. Güleç M, Topbaş M, Kır T, Hasde M. Ankara'da sosyoekonomik düzeyi farklı iki yerleşim yerindeki iki ilköğretim okulundan seçilen öğrencilerde el yıkama alışkanlıkları. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi 2000; 57(2): 71-6

5. Anonymous. Sanitation. Food Preparation 1992; 20(39): 163-171

6. Birinci Basamak Sağlık Çalışanlarına Yönelik Okul Sağlığı Pratik Rehber El Kitabı. Ankara. T.C Sağlık Bakanlığı Hıfzısıhha Mektebi Müdürlüğü, 2007

7. Adolesan Sağlığı ve Gelişimi Programı Rehber Kitabı. Ankara. T.C Sağlık Bakanlığı, Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Genel Müdürlüğü, UNİCEF, 2002.

8. Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması. Ankara. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, 2003.

9. Cinsel Sağlık Bilgileri Eğitimi. İstanbul. İnsan Kaynağını Geliştirme Vakfı. Ceren Yayın Dağıtım, 2003.

10. Birinci Basamak Sağlık Çalışanlarına Yönelik Okul Sağlığı Pratik Rehber El Kitabı. Ankara. T.C Sağlık Bakanlığı Hıfzısıhha Mektebi Müdürlüğü, 2007.

11. Gün, Zeynep T. (2019). Çalışan Adölesanların Kişisel Hijyen Bilgi ve Davranışları. Yüksek Lisans Tezi. Sağlık Bilimleri Ens. Aydın.

ÇATI TİPİ GÜNEŞ PANELLERİNİN VERİM VE KAYIPLARINI ARTIRAN DIŞ ETKENLERİN İNCELENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Saib ATAY*, Ahmet Serdar YILMAZ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, Kahramanmaraş

Özet

Günümüzde yaygınlaşmaya başlayan, hem kişisel hem de endüstriyel kullanımları mümkün olan çatı tipi güneş enerji santralleri hem ekonomik etkileri açısından hem de çevresel etkileri açısından bireysel ve toplumsal olarak büyük önemi haizdir. Bu tezde projelendirme safhasında ileriye dönük olarak sistemin verimini etkileyecek ve ancak çoğu tasarımcı tarafından pekte dikkate alınmayan noktalar ele alınmıştır. Yıllara sâri, panellerin güneşlenme sürelerinin azalmasına neden olarak enerji üretiminin azalmasına ve ilgili projelerin verimliliğini düşürerek geri dönüş sürelerinin artmasına neden olan sorunlar üç farklı senaryo dâhilinde değerlendirilmiştir. Bu senaryoların bilgisayarlı analizi yapılarak verim üzerinde oluşturdukları etkileri incelenmiştir.

Analizleri yapılarak dikkat çekilmek istenen sorunlar;

- Çatı tipi güneş enerji panellerinin çevresinde bulunan bitki örtüsünün oluşturduğu kısmi gölgelenmeler ve bu gölgelenmelere bağlı verim kayıpları,
- Şehir ve bölge planlaması sırasında yapılan planlamalardan kaynaklanan kısmi veya tam gölgelenmeler ve bu gölgelenmelere bağlı verim kayıpları,
- İmar planlarında yapılan değişikliklerden kaynaklanan gölgelenmeler ve bu gölgelenmelere bağlı verim kayıpları,

olmak üzere üç alt başlık altında incelenmiştir.

Tüm bu değerlemeler ışığında, ortaya çıkan verilerin hem çatı tipi güneş enerji santrallerinin projelendirilmeleri sırasında dikkate alınmayan dış etkenlere bağlı gölgelenme oluşumunun ve dolayısı ile sistem verim kayıplarının önüne geçmek, hem de yerel ve ulusal bazda bölge ve imar planlarının hazırlanması aşamasında günümüz enerji kaynağı güneşin daha verimli kullanılmasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

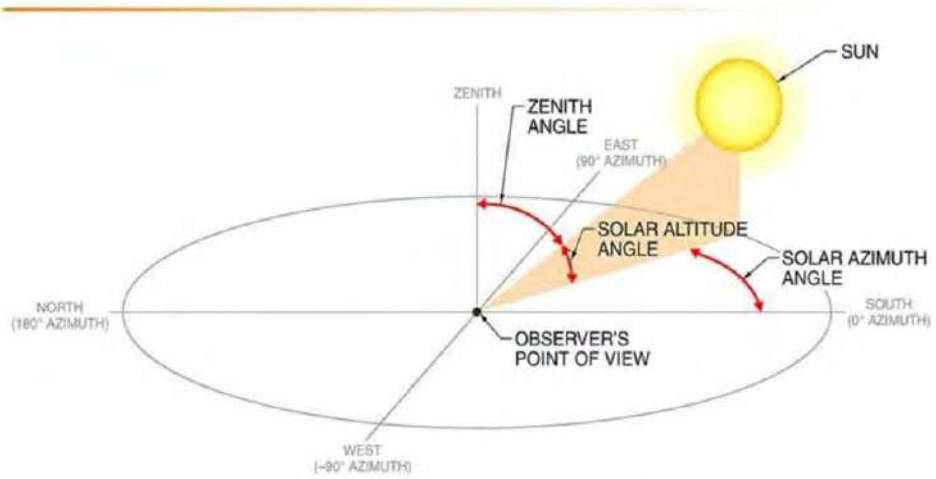
Anahtar Kelimeler: Güneş Paneli, Verim, Çatı, Dış Etken

1. Giriş

Hepimizin bildiği üzere güneş enerji santralleri (GES) tüm dünyada temiz ve ucuz enerji sağlamak amacı ile yaygınlaşmakta ve GES teknolojileri üzerine yapılan araştırmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Sistem uzmanları ve araştırmacılar başta olmak üzere konu ile ilgilenen tüm disiplinlerin ilk üzerinde durdukları sistemin verimliliği konusudur.

Sistem verimliliği, sistem tasarımcıları tarafından incelenirken aşağıda belirtilen başlıklar sistemin tasarlanması sırasında.

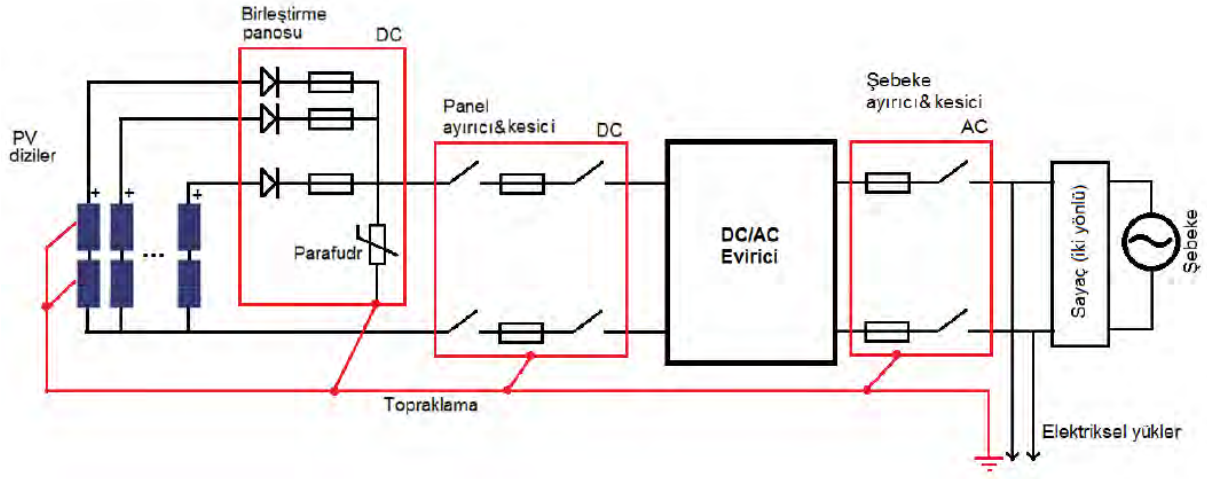
- **Coğrafi Konum:** Bölgesel olarak harita üzerinde belirtilen "*Güneş Enerjisi Potansiyel Haritası*" kullanarak olabilecek en uygun faydalı radyasyon seviyesi belirlenmesi amaçlanır. Coğrafi konum incelenirken verime birinci derece etki eden "Solar Azimut Açısı" ve "Zenit Açısı" özellikle incelenmektedir.
    - **Solar Azimut Açısı (A_z):** Azimut açısını tanımlamak için Kuzey-Güney Boylamı ve Kuzey – Güney boylamı ile Doğu – Batı enleminin kesiştiği noktada gözlem noktası tanımlayacak olursak, gözlemcinin güneşe baktığı noktadaki güneşin iz düşümü ile Kuzey – Güney boylamı arasında kalan açı *Azimut Açısı (A_z)* olarak tanımlanır. Azimut açısı fiziksel olarak fotovoltaik panel yüzeylerinin tam olarak güneşe bakmasını sağlamak amacı ile hesaplanır ve uygulanır.
    - **Zenit Açısı:** Gözlemci noktasında bulunan normal ile gözlemci ile güneş arasındaki doğrular arasında kalan açı *Zenit Açısı* olarak tanımlanır. Zenit açısı fiziksel olarak yüzeyi tam olarak güneşe döndürülmüş olan fotovoltaik panelin güneşten gelen ışımaları panel yüzeyine dik olarak alabilmek için hesaplanır ve uygulanır.



Şekil 1 - Azimut ve Zenit Açıları

- **Ekipman:** Sistemin çalışması sırasında kullanılacak olan ve sisteminin bütününü oluşturan tüm elektriksel aygıtlardan bahsedilebilir. Başlıca Fotovoltaik panel, AA/DA birleştirme paneli, AA/DA Kesici-Ayrıcılar Şekil – 1 'de görüldüğü üzere sistemin tamamını oluştururlar. Temel bileşenlerin yapısı ve sistemin bütünü içerisinde nasıl ve neden kullanıldıkları da verim hesaplamalarında bilinmesi gereken önemli bir konudur.
    - **Fotovoltaik Panel *(PV)*:** Güneş'ten gelen radyoaktif ışımaları soğurarak, panel içerisinde kullanılan P ve N tipi malzemeler arasında serbest elektron dolaşımı sağlayarak DA enerji üretmeye yarayan sistemin en önemli parçasıdır.

- **DA/AA Evirici *(Inverter)* :** Fotovoltaik panel tarafından üretilen DA enerjiyi hali hazırda kullanılan cihazlarda kullanılmaya uygun hale getirmeye yarayan DA 'ı AA 'a çevirmeye yarayan cihazlardır. Bu cihazların seçimi verim açısından çok önemlidir. Özellikle MGN (*Maximum Güç Noktası*) 'ı takip eden ve anlık olarak üretilebilecek en yüksek gücü çıkışa verebilen eviriciler seçilmelidir.



Şekil 2 - Güneş Enerji Santrali Prensip Şeması

2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak sanal proje alanları yaratılarak ilgili alanlar için senaryolar oluşturulmuş ve bu senaryolarda farklı değerler kullanılarak bilgisayar tabanlı analizler yapılmıştır. Kurulan bu senaryo alanlarının benzerlerinin gerçek uydu resimleri tezi desteklemek amacı ile paylaşılmıştır.

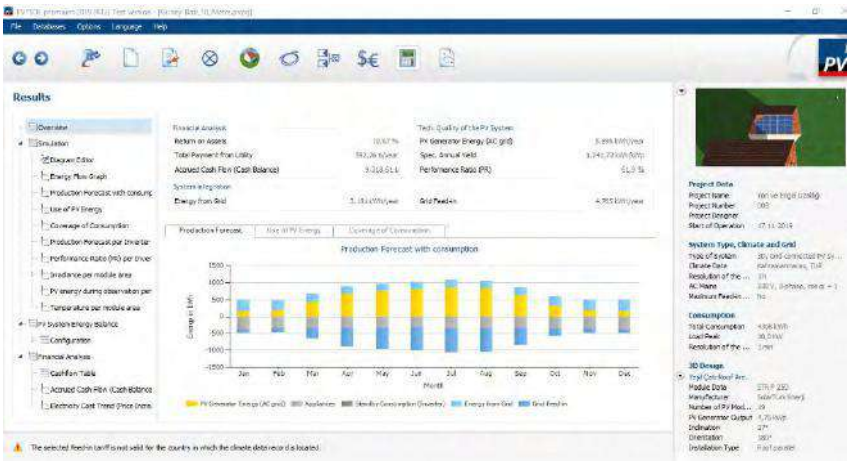
3. Materyal ve Yöntem

Bilgisayar tabanlı bir analiz yapılarak sonuçlar elde edilmiş tartışılmıştır. Analiz, güneş enerji sistemleri tasarımı yapmak için üretilmiş olan *"PVSOL"* programı kullanılarak yapılmıştır.

PVSOL programı, hem gerçek bölgelerde yapılan projeleri hem de sanal olarak hazırlanabilecek projelerin çözümünde her türlü sonucu göz önünde bulundurarak hem elektriksel hem de mali analizleri yapabilmektedir. Program dâhilinde gerçek arazi analizleri rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bunun yanı sıra programın kendi kütüphanelerinde bulunan üretici firmalara ait ürünleri seçerek aynı projeyi farklı ürünler ile analiz etme imkânı tanımaktadır. Bu sayede de tasarımcı en iyi seçeneği en kısa sürede bularak verimliliği en üst seviyede tutabilmektedir.



Şekil 3-PVSol Programı 3D Tasarım Ekranı



Şekil 4-PVSOL Programı Analiz Değerleri Genel Görünüm Ekranı

4. Bulgular

Yapılan analizler sonucunda temel olarak aşağıda ki sonuçlar elde edilmiştir.

1.Senaryo: Çatı tipi güneş enerji panellerinin çevresinde bulunan bitki örtüsünün oluşturduğu kısmi gölgelenmeler ve bu gölgelenmelere bağlı verim kayıpları;



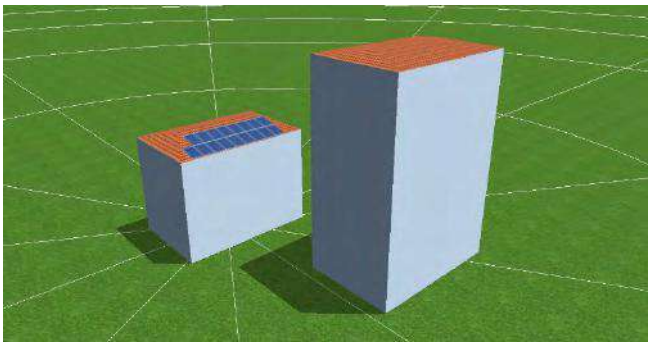
Şekil 5 - 1.Senaryo için Uygulanan Yerleşim Prensibi

Senaryoya göre fotovoltaik hücrelerin kurulu olduğu çatının yakınında bulunan bitki örtüsünün neden olduğu gölgelenme ve gölgelenmeden kaynaklanan enerji üretiminin azalması sayısal olarak belirtilmiştir. Buna göre ağaç boyuna göre AC tarafındaki PV Enerji ile Toplam radyasyon miktarının değişimi aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Ağaç Boyu (Metre)	AC Taraftaki PV Enerji kWh/yıl	Toplam Radyasyon Miktarı kWh/m²/Yıl
4	12551.33	97091
5	12505.51	97091
6	12167.25	97091
7	11783.89	97091
8	11237.12	96899
9	10720.23	96726.5
10	10234.26	96544
11	9713.89	96362.5
12	9292.24	96180
13	8916.75	95998

Tablo 1 - Ağaç boyuna göre üretilen toplam AA Enerji ve Fotovoltaik Paneller Üzerine Düşen Radyasyonun Değişimi

2.Senaryo: Şehir ve bölge planlaması sırasında yapılan planlamalardan kaynaklanan kısmi veya tam gölgelenmeler ve bu gölgelenmelere bağlı verim kayıpları;



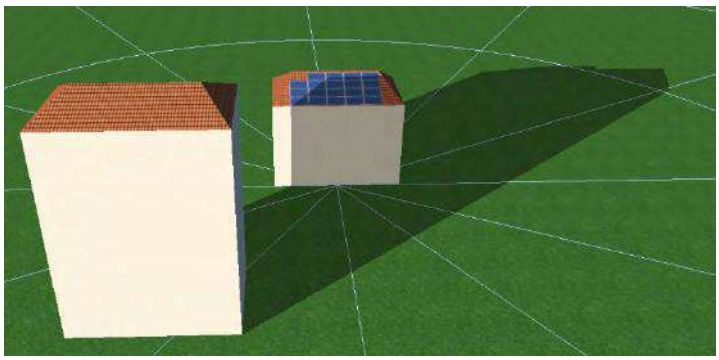
Şekil 6 - 2.Senaryo için Uygulanan Yerleşim Prensibi

Senaryoya göre yönü ve yüksekliği sabit olan bina (engel) yükseklikleri değiştirilerek oluşturduğu gölgelenmeden kaynaklanan enerji üretiminin azalması sayısal olarak belirtilmiştir. Buna göre dört farklı bina yüksekliğine göre AC tarafındaki PV Enerji ile Toplam radyasyon miktarının değişimi aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Bina Yüksekliği (Metre)	Toplam Radyasyon kWh/m²/Yıl	AA Taraftaki FV Enerji kWh/yıl
13	52896.379	6591.14
15	52688.94	6187.66
18	52377.64	5744.85
20	52171.05	5561.73

Tablo 2 - Bina Yüksekliğine göre üretilen toplam AA Enerji ve Fotovoltaik Paneller Üzerine Düşen Radyasyonun Değişimi

3.Senaryo: İmar planlarında yapılan değişikliklerden kaynaklanan gölgelenmeler ve bu gölgelenmelere bağlı verim kayıpları,



Şekil 7 - 3.Senaryo için Uygulanan Prensip Resmi

		AA Tarafındaki FV Enerji kWh/yıl	Toplam Radyasyon kWh/m2/Yıl
Engelsiz Durum		7932.38	61689.36
Güneydoğu	5 Metre	5725.33	60416.54
	10 Metre	5725.33	60416.54
	20 Metre	5725.33	60416.54
Güney	5 Metre	5510.44	60532.14
	10 Metre	5510.44	60532.14
	20 Metre	5510.44	60532.14
Güneybatı	5 Metre	5891.19	60879.56
	10 Metre	5891.19	60879.56
	20 Metre	5960.19	60903.94

Tablo 3 – Sabit yükseklikli engelin yön ve uzaklık değişimine göre üretilen toplam AA Enerji ve Fotovoltaik Paneller Üzerine Düşen Radyasyonun Değişimi

Senaryoya göre çatısına güneş enerji santrali kurulu binaya engel olarak seçilen 16,5 metre yüksekliğindeki binanın yüksekliği sabit olmak kaydı ile Güney – Doğu, Güney, Güney – Batı yönlerinde 5, 10, 20 metrelik uzaklıklara konularak elde edilen sonuçlar Tablo – 3 ‘te belirtilmektedir.

5. Sonuç

Sonuç olarak görülmüştür ki, incelenen senaryolar dâhilinde hem panel üzerine düşen yıllık radyasyon miktarı ve buna bağlı olarak ta üretilen enerjinin düştüğü görülmektedir. Bunun yanı sıra her hal ve durumda verimleri düşen çatı tipi güneş enerji santrallerinin her yatırımcının birinci öncelik olarak dikkate aldığı proje geri dönüş süreleri artmış ve güneşten faydalanma oranları azalmıştır.

6. Kaynakça

[1] M.Boztepe, Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler.

[2] N. Somboonwit., A.Boontore., Identification of Building-Surrounded Obstacle Parameter Using Automated Simulation to Support Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Layout In Thailand

[3] T. Galloway, Tasarımcılar İçin Güneş Evi, EMO Yayın No:EG/2008/5

[4] R.A.Messenger, J.Ventre, Photovoltaic System Engineering, CRC Press Taylor & Francis Group

ATANGANA-BALEANU CAPUTO KESİRLİ TÜREV OPERATÖRÜ İLE TANIMLI KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN EXPLICIT METODUYLA NÜMERİK ÇÖZÜMÜ

Doç. Dr. Mahmut MODANLI
Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı Atangana-Baleanu-Caputo kesirli türev operatörüyle tanımlı üçüncü mertebeden kısmi diferansiyel denklemi

$$\frac{\partial^3 u(t,x)}{\partial t^3} + {}^{ABC}_{0}D_t^{\alpha} u(t,x) - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x),$$

$$0 < t < T, 0 < x < L, \qquad 0 < \alpha \leq 1,$$

$$u(0,x) = \varphi(x),\ u_t(0,x) = \psi(x),\ u_{tt}(0,x) = r(x), \quad 0 \leq x \leq L,$$

$$u(t,0) = u(t,\pi) = 0, \qquad 0 \leq t \leq T$$

incelendi. Caputo tipindeki bu denklemler en güncel uygulamalara sahip denklemlerdir. Son zamanlarda Caputo türevine bağlı olarak tanımlanan Atangana-Baleanu türevi gerçek dünya problemleri için oldukça önemli bir yere sahiptir. Kesirli denklemlerin yaklaşık çözümleri için Sonlu fark şeması metodu, Adomin's decomposition metodu, değişkensel iteration metodu, homotopy perturbation metodu, spectral method gibi metotlar kullanılmıştır. Bu denklemin başlangıç değer koşullarına bağlı nümerik çözümü sonlu fark metotlarından olan Explicit (Açık) sonlu fark şeması metoduyla verildi. Hata analizi tablosu oluşturmak için elde edilen nümerik sonuçlar, tam çözümler ile karşılaştırıldı. Matlab programı yardımıyla bulunan nümerik çözümler ile yaklaşık çözümlerin mutlak değerce hata paylarının yeterince küçük olduğu görülmüştür. Örnekler yardımıyla, kullanılan tekniğin geçerliliği ve uygulanabilirliği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atangana-Baleanu-Caputo kesirli kısmi diferansiyel denklemler, Explicit sonlu fark şeması metodu, başlangıç sınır değer problemi.

1.GİRİŞ

L'Hospital 30 Eylül 1695 tarihinde Leibniz'e yazdığı bir mektupta, bilimsel çalışmalarda kullanılan doğrusal fonksiyonun n. türevinde $n = \frac{1}{2}$ alırsa sonucun ne olacağını sormuş. Leibniz ise bu sorunun cevabı bulunduğunda bir gün bilimsel anlamda faydalı sonuçların alınabileceği ifade etmiştir. Bu sorunun cevabının bulunmasıyla kesirli matematik doğmuştur. L'Hospital'in ve Liebniz'in ilk incelemelerinin ardından, Fourier, Euler ve Laplace da kesirli matematik ve sonuçlarıyla ilgilenmiştir [1]. Birçok matematikçi, kendi notasyonlarını ve metotlarını kullanarak mertebesi tamsayı olmayan integral veya türev kavramını tanımlamışlardır. Bu tanımlardan kesirli matematik dünyasında en popüler olanları Riemann-Liouville ve Caputo kesirli türev tanımlarıdır.

Son yıllarda ise Atangana ve Baleanu Caputo türevinin tanımını kullanarak Atangana-Baleanu-Caputo türevinin tanımını vermiştir [2]. 2018 yılında AB türevi kullanılarak enfeksiyon hastalıkları için birkaç matematik model geliştirildi. [14] de AB türeviyle tanımlı Ebola virüsü modeli verildi. [15-16] de lokal ve lokal olmayan sigara içenlerin modeli dinamikleri için bir kesirli türev modeli ve enfekte hücrelerde bir kesirli mertebeden HBV modeli önerildi. Ekolojide iki yırtıcı ile av bağımlı besin zinciri sistemi arasındaki spesifik ilişki ele alınmıştır. Bu sistemin dinamik zenginliğini keşfetmek için klasik zaman türevini Caputo veya Atangana-Baleanu kesirli türev operatörleriyle değiştirildi. Bu tür türevlerin yaklaşımı için iki önemli sayısal şema formüle edilmiştir. Hopf bifürkasyonunun da ortaya çıkma durumu gözlenir ve Lineer olmayan kesirli diferansiyel denklemlere uygulandığında mutlak hatalarını bildirerek şemaların kararlılığını ölçer. Farklı α değerleri ve deney parametre değerleri ile nümerik ve analitik sonuçlar kesirli türevle modellemede daha zengin dinamik kaotik davranışlara yol açabileceğini teyit etmektedir [17].

Tanım 1.1 Gamma fonksiyonu bütün pozitif $z \in R$ için

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty e^{-t} t^{z-1} dt \qquad (1)$$

olarak tanımlanır.

Tanım 1.2 $\beta, n \epsilon N \ , \ n-1 \leq \alpha \leq n, \ \ ve \ \ \beta \geq [\![\alpha]\!]$ olmak üzere;

$$D^{\alpha}\left(x^{\beta}\right)=\frac{x^{\beta-\alpha}}{\Gamma(\beta-\alpha+1)}\Gamma(\beta+1) \quad (2)$$

olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle; bu tanım x^{β} fonksiyonunun α ıncı mertebeden türevini vermektedir.

Zamana bağlı α ıncı mertebeden $D_t^{\alpha}u(t,x)$ Caputo kesirli türevi $n-1<\alpha<n$ için

$$D_t^{\alpha}u(t,x)=\frac{\partial^{\alpha}u(t,x)}{\partial t^{\alpha}}=\frac{1}{\Gamma(n-\alpha)}\int_0^t\frac{1}{(t-p)^{\alpha-n+1}}\frac{\partial^{\alpha}u(p,x)}{\partial p^{\alpha}}dp \quad (3)$$

ve

$\alpha=n\in N$ için

$$D_t^{\alpha}u(t,x)=\frac{\partial^{\alpha}u(t,x)}{\partial t^{\alpha}}=\frac{\partial^{n}u(t,x)}{\partial t^{n}}$$

olarak tanımlanır.

Tanım 1.3 $f\in H^1(a,b),\ b>a,\ \sigma\in[0,1]$ olsun. Bu durumda, Caputo türevine bağlı yeni Atangana-Baleanu kesirli türevi

$${}^{ABC}_{a}D_t^{\alpha}u(t,x)=\frac{B(\sigma)}{1-\sigma}\int_0^t u'(t,x)\,E_{\sigma}[-\sigma\frac{(t-x)^{\sigma}}{1-\sigma}]dx \quad (4)$$

olarak tanımlanır. Burada $B(\sigma)=1-B(\sigma)+\frac{1}{\Gamma(\sigma)}$ ve $E_{\sigma}\left[-\sigma\frac{(t-x)^{\sigma}}{1-\sigma}\right]=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-\frac{\sigma}{1-\sigma}(t-x)^{\sigma})^{k}}{\Gamma(\sigma k+1)}$ Mittag-Leffler fonksiyonudur ve $H^1(a,b)$ uzayı da u fonksiyonun $L^2(a,b)$ uzayının alt uzayı ve $g\in L^2(a,b)$ olmak üzere, her $\varphi\in C_c^{\infty}(a,b)$ için $\int_{(a,b)}u\varphi'=-\int_{(a,b)}gu$ olarak tanımlıdır.

Son zamanlarda Atangana-Baleanu tarafından tanımlanan türev kullanılarak gerçek hayatta karşılaşılan problemler için farklı modellemeler yapılmıştır [3-6].

Bu çalışmada, Atangana-Baleanu-Caputo(ABC) türevi kullanılarak üçüncü mertebeden

$$\begin{cases} \frac{\partial^3 u(t,x)}{\partial t^3} + {}^{ABC}_{0}D_t^{\alpha} u(t,x) - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x), \\ 0 < t < T, 0 < x < L,\ 0 < \alpha \leq 1, \\ u(0,x) = \varphi(x),\ u_t(0,x) = \psi(x),\ u_{tt}(0,x) = r(x), \quad 0 \leq x \leq L, \\ u(t,0) = u(t,L) = 0,\ 0 \leq t \leq T \end{cases} \tag{5}$$

denklemi çalışılmıştır. Bu denklem için Explicit fark şemaları verilmiş olup bu fark şemaları kullanılarak yaklaşık çözüm bulunmuştur. Bu modeldeki örnek problemler için Laplace metodu kullanılarak tam çözümler bulunmuştur.

Gelecek bölümde, ABC türeviyle tanımlı üçüncü mertebeden denklemin tam çözümü için Laplace metodu verilecektir.

2. ATANGANA-BALEANU-CAPUTO TİPİNDEKİ ÜÇÜNCÜ MERTEBEDEN DENKLEMİN TAM ÇÖZÜMÜ

Caputo kesirli türevi bağlamında tanımlı Atangana-Baleanu türevi için Laplace dönüşümü

$$\mathcal{L}[{}^{ABC}_{a}D_t^{\alpha}(u(t,x)] = \frac{\mathrm{B}(a)}{1-\alpha} \frac{\mathrm{s}^a \mathrm{u(s,}x) - \mathrm{s}^{a-1}\mathrm{u(0,}x)}{\mathrm{s}^a + \frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{6}$$

olarak verilir [2]. (6) denklemindeki Laplace dönüşümü (5) denklemine uygulanırsa

$$\begin{cases} \mathrm{s}^3 u(s,x) - \mathrm{s}^2 u(0,x) - s u_t(0,x) - u_{tt}(0,x) \\ + \frac{\mathrm{B}(a)}{1-\alpha} \frac{\mathrm{s}^a \mathrm{u(s,}x) - \mathrm{s}^{a-1}\mathrm{u(0,}x)}{\mathrm{s}^a + \frac{\alpha}{1-\alpha}} = \frac{\partial^2 u(s,x)}{\partial x^2} + F(s,x) \end{cases} \tag{7}$$

denklemi elde edilir. Bu son lineer denklem çözülüp başlangıç değer şartları ve ters Laplace dönüşümü uygulanırsa bu denklemin tam çözümü elde edilebilir.

Şimdi (5) denkleminin uygulaması için bir örnek problem verelim.

Örnek 2.1 Caputo türevi bağlamında Atangana-Baleanu-Caputo türev operatörüyle tanımlı üçüncü mertebeden kısmi diferansiyel denkleminin

$$\begin{cases} \frac{\partial^3 u(t,x)}{\partial t^3} + {}^{ABC}_{a}D_t^{\alpha}(u(t,x)) = \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} + \left(2\frac{(1-a)}{B(a)}t^3 + \frac{12a}{\mathrm{B}(\alpha)(\Gamma(\alpha+3)}t^{3+\alpha}\right) \\ +\left(6\frac{(1-a)}{B(a)} + \frac{6a}{\mathrm{B}(\alpha)(\Gamma(\alpha+1)}t^{\alpha} + t^3\right)x(1-x) \\ 0 < t < 1,\ 0 < x < 1,\ 0 < \alpha \leq 1, \\ \\ u(0,x) = 0,\ u_t(0,x) = u_{tt}(0,x) = 0,\ 0 \leq x \leq 1, \\ u(t,0) = u(t,1) = 0,\ 0 \leq t \leq 1 \end{cases} \tag{8}$$

kesirli diferansiyel denkleminin tam çözümünü Laplace dönüşüm metodunu kullanarak bulalım.

Çözüm: (6) ve (7) formülleri kullanılarak, (8) denklemine Laplace dönüşümü uygulanırsa**,**

$$\mathrm{s}^3u(s,x) - \mathrm{s}^2u(0,x) - su_t(0,x) - u_{tt}(0,x) + \frac{\mathrm{B}(a)}{1-\alpha}\frac{\mathrm{s}^a\mathrm{u}(\mathrm{s},x) - \mathrm{s}^{a-1}\mathrm{u}(0,x)}{\mathrm{s}^a + \frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

$$= \frac{\partial^2 u(s,x)}{\partial x^2} + (\frac{6(1-a)}{sB(a)} + \frac{6a}{B(a)}\frac{1}{\mathrm{s}^{1+a}})x(1-x)$$

$$+x(1-x)\left(\frac{6}{\mathrm{s}^4} + \frac{6}{\mathrm{s}^4}\frac{(1-a)}{B(a)} + \frac{6a}{B(a)}\frac{1}{\mathrm{s}^{4+a}}\right)$$

denklemi elde edilir. Bu son denklemde (8) denklemindeki başlangıç değerler şartları kullanılıp yeniden yazılırsa

$$-\frac{\partial^2 u(s,x)}{\partial x^2} + \left(\frac{\mathrm{s}^a\mathrm{B}(a)}{\mathrm{s}^a(1-\alpha)+\alpha} + \mathrm{s}^3\right)u(s,x)$$

$$= (\frac{6(1-a)}{sB(a)} + \frac{6a}{B(a)}\frac{1}{\mathrm{s}^{1+a}})x(1-x) + x(1-x)\left(\frac{6}{\mathrm{s}^4} + \frac{6}{\mathrm{s}^4}\frac{(1-a)}{B(a)} + \frac{6a}{B(a)}\frac{1}{\mathrm{s}^{4+a}}\right) \tag{9}$$

lineer ikinci mertebeden denklemi bulunur. Şimdi (9) denkleminin homojen ve homojen olmayan çözümlerini

$$u(s,x) = u^h(s,x) + u^p(s,x) \tag{10}$$

olarak ayrı ayrı bulalım. $K = \frac{\mathrm{s}^a\mathrm{B}(a)}{\mathrm{s}^a(1-\alpha)+\alpha} + \mathrm{s}^3$ olmak üzere,

$$-\frac{\partial^2 u(s,x)}{\partial x^2} + Ku(s,x) = 0 \tag{11}$$

yazılır. Bu son homojen denklem çözülürse,

$$u^h(s,x) = c_1 e^{-\sqrt{K}x} + c_2 e^{\sqrt{K}}x \tag{12}$$

olarak elde edilir. (10) denkleminin homojen olmayan kısmının çözümü

$$u^p(s,x) = Ax^2 + Bx + C$$

olarak alınıp türevleriyle beraber (9) denkleminde yazılıp çözülürse

$$A = -1,\ B = 1,\ C = 0$$

olarak bulunur. Böylece,

$$u^p(s,x) = \left(\frac{6}{s^4}\frac{(1-a)}{B(a)} + \frac{2a}{B(a)}\frac{1}{s^{4+a}}\right)x(1-x) \tag{13}$$

olur. (12) ve (13) denklemlerinden

$$u(s,x) = e^{-\frac{1}{2}x}(c_1 e^{-\sqrt{K+\frac{1}{4}}x} + c_2 e^{\sqrt{K+\frac{1}{4}}x}) + \left(\frac{6}{s^4}\frac{(1-a)}{B(a)} + \frac{6a}{B(a)}\frac{1}{s^{4+a}}\right)x(1-x) \tag{14}$$

bulunur. (8) denklemindeki sınır değer koşulları kullanılırsa, $c_1 = c_2 = 0$ elde edilir. Buradan da

$$u(s,x) = \left(\frac{6}{s^4}\frac{(1-a)}{B(a)} + \frac{6a}{B(a)}\frac{1}{s^{4+a}}\right)x(1-x)$$

olup ters Laplace dönüşümü alınırsa,

$$u(t,x) = \left(\frac{(1-a)}{B(a)}t^3 + \frac{6a}{\mathrm{B}(\alpha)\Gamma(\alpha+4)}t^{3+\alpha}\right)x(1-x)$$

tam çözümü bulunur.

Gelecek bölümde bu denklem için explicit fark şemaları oluşturulup nümerik çözümler elde edilecektir.

3. ATANGANA-BALEANU KESİRLİ TÜREVİNİ İÇEREN DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN NÜMERİK ÇÖZÜMÜ

Bu denklemin nümerik çözümünü elde etmek için x −ekseninde $x_n = nh,$ ve t −ekseninde $t_k = (k+1)\tau, k = 1,2,\dots N,\ n = 1,2,\dots,M$ parçalanmasını kullanalım. Taylor açılımından,

$$u_{xx}(t_k,x_n)=\frac{u_{n+1}^k-2u_n^k+u_{n-1}^k}{h^2},u_{ttt}(t_k,x_n)=\frac{u_n^{k+2}-3u_n^{k+1}+3u_n^k-u_n^{k-1}}{\tau^3}$$

kolaylıkla bulunabilir. [6] çalışmasından da

$${}_a^{ABC}D_t^{\alpha}(u(t_k,x_n))=\frac{1}{\Gamma(\alpha)}\sum_{j=0}^{k}\frac{u_n^{k+1}-u_n^k}{\tau}d_{j.k}$$

olup burada $d_{j.k}=(t_j-t_{k+1})^{1-a}-(t_j-t_k)^{1-a}$ dır. Bu son formüller kullanılıp (8) formülünde yerine yazılırsa, ABC operatörüyle tanımlı üçüncü mertebeden denklem için

$$\begin{cases}\frac{u_n^{k+2}-3u_n^{k+1}+3u_n^k-u_n^{k-1}}{\tau^3}+\frac{1}{\Gamma(\alpha)}\sum_{j=0}^{k}\frac{u_n^{k+1}-u_n^k}{\tau}d_{j.k}\\ -\frac{u_{n+1}^k-2u_n^k+u_{n-1}^k}{h^2}=f_n^k=f(t_k,x_n),\\ f(t_k,x_n)=\left(2\frac{(1-a)}{B(a)}t^3+\frac{12a}{\mathrm{B}(\alpha)(\Gamma(\alpha+4)}t^{3+\alpha}\right)\\ +(\,6\frac{(1-a)}{B(a)}+\frac{6a}{\mathrm{B}(\alpha)(\Gamma(\alpha+1)}t^{\alpha}+t^3\,)x(1-x)\\ 1<k<N-1,\ \ 1<n<M-1,\\ u_n^0=0,\frac{u_n^1-u_n^0}{\tau}=0,\ \frac{u_n^2-2u_n^1+u_n^0}{\tau^2}=0\ \ 0\le n\le M,\\ u_0^k=u_0^M=0,0\le k\le N\end{cases}\tag{15}$$

explixit fark şeması yazılır.

Bunun için $u(t,x)=\left(\frac{(1-a)}{B(a)}t^3+\frac{6a}{\mathrm{B}(\alpha)\Gamma(\alpha+4)}t^{3+\alpha}\right)x(1-x)$ tam çözüm ve $u_n^k=u(t_k,x_n)$ de (15) formülündeki yaklaşık çözüm olmak üzere, hata analizi

$$\epsilon=\max_{\substack{n=0,1,\dots M,\\ k=0,1,\dots,N}}|u(t,x)-u(t_k,x_n)|$$

şeklinde olur. Gauss eliminasyon metodu kullanılıp (15) formülündeki fark şeması (8) formülündeki örneğe Matlab programı yardımıyla uygulanırsa aşağıdaki hata analizi tablosu elde edilir.

α	N=M=25	N=M=50	N=M=100
0.1	0.1636	0.1668	0.1674
0.5	0.2902	0.2970	0.3000
0.9	0.2051	0.2131	0.2169

4.SONUÇ

Bu çalışmada kesirli türev kavramının ortaya çıkışı ve daha sonra bu türevin gelişim aşamalarından bahsedildi. Bu türevlerden önemli bir yere sahip olan Caputo kesirli türevinin tanımı yapıldı. Günümüzde, Caputo türevinin tanımına bağlı olarak Atangana-Baleanu (AB) türevinin tanımı verildi. Atangana-Baleanu (AB) türevinin oluşturduğu diferansiyel denklemler ve bu diferansiyel denklemlerin diğer bilimlerdeki öneminden söz edildi. Bu denklemlerin Laplace dönüşümünün ifadesi verildi. Laplace dönüşümü kullanılarak Atangana-Baleanu-Caputo türev operatörüyle tanımlı üçüncü mertebeden diferansiyel denkleminin tam çözümü yapıldı. Explicit sonlu fark şeması metodu uygulanarak bu problemin yaklaşık değeri Matlab programı kullanılarak hesaplandı. İleride Atangana-Baleanu türevini içeren diğer lineer ve lineer olmayan diferansiyel denklemlerin başlangıç-sınır değer problemlerin çözümleri için farklı metotlar geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

[1] Ravichandran, C., Jothimani, K., Baskonus, H. M. ve Valliammal, N. 2018. New results on non densely characterized integro differential equations with fractional order: European Physical Journal Plus, 133(109), 1-10.

[2] Alqahtani,R.T., "Atangana-Baleanu derivative with fractional order applied to the model of groundwater within an uncon.ned aquifer," J. Non-linear Sci. Appl, 9, 3647-3654 (2016).

[3] Sulaiman,T.A., Baskonus, H.M. ve Bulut, H. 2018. Optical solitons and other solutions to the conformable space-time fractional complex Ginzburg-Landau Equation under the Kerrlaw nonlinearity: Pramana-Journal of Physic, 91(58), 1-8

[4] Esen, A., Sulaiman, T.A., Bulut, H. ve Baskonus, H.M. 2018. Optical solitons to the space-time fractional (1+1)-dimensional coupled nonlinear Schrödinger equation, Optik: International Journal for Lightand Electron Optics, 167, 150-156

[5] Baskonus, H.M., Mekkaoui, T., Hammouch, Z. ve Bulut, H. 2015. Active Control of a Chaotic Fractional Order Economic System: Entropy, 17(8), 5771-5783

[6] Subashini, R., Ravichandran, C.,Jothimani, K. Ve Baskonus, H.M. 2018. Existence results of Hilfer integro-differential equations with fractional order: Discrete and Continuous Dynamical Systems, Accepted.

[7] Bulut, H., Kumar,D., Singh,J., Swroop, R. ve Baskonus, H.M. 2018. Analytic study for a fractional model of HIV infection of CD4+TCD4+T lymphocytecells: Mathematics in Natural Science, 2(1), 33-43

[8] Celik, C. and Duman M. 2012. Crank-Nicholson method for the fractional equation with the Riezs fractional derivative: Journal of computationalphysics, 231:1743-1750.

[9] Gorial, I. 2011. Numerical methods for fractional reaction-dispersion equation with Riesz space fractional derivative: Eng. And Tech. Journal, 29:709-715.

[10] Jafari, H. And Gejii, V. D. 2006. Solving linear and nonlinear fractional diffusion and wave equations by a domain decomposition: Appl. Math.andComput., 180:488-497

[11] Aslefallah, M.,Davood, R. ve Khadijeh H. 2014. Solving time-fractional differential diffusion equation by theta-method: Int. J. of Adv. inAply. Math. and Mech 2. 1 (2014): 1-8

[12] Ashyralyev, A. ve Dal, F. 2012. Finite difference and iteration methods for fractional hyperbolic partial differential equationswith the Neumann condition: Discrete Dynamics in Nature and Society

[13] Modanli, M. ve Akgül, A. 2018. On solutions to the second-order partial differential equations by two accurate methods: Numerical Methods for Partial Differential Equations, *34*(5), 1678-1692

[14] Modanli, M, ve Akgül, A. 2017. Numerical solution of fractional telegraph differential equations by theta-method: The European Physical Journal Special Topics, 226.16-18 (2017): 3693-3703

[15] M.A. Taneco-Hernandez, R.F. Escobar-Jimenez, V.H. Olivares-Peregrino, V.F. Morales-Delgado, J.F. Gomez-Aguilar, J.Nonlinear Sci. Appl. **11**, 994 (2018).

[16] S.M. Salman, A.M. Yousef, J. Egypt. Math. Soc. **25**, 445 (2017).

Liang, Z., Yan, Y., Cai, G.: A Dufort-Frankel Difference Scheme for Two-Dimensional Sine-Gordon Equation, Discrete Dynamics in Nature and Society, Vol. 2014, 1-23 (2014).

[17] K.W, Owolabi, A.Atangana,(2018). Chaotic behaviour in system of noninteger-order ordnary differential equations. Chaos, Solutions and Fractals,115,362-370.

BASSET KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİNİN DUFORT-FRANKEL METODUYLA NÜMERİK ÇÖZÜMÜ

Doç. Dr. Mahmut MODANLI
Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada karışık parabolik probleminin başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı Basset denklemi

$$\frac{\partial u(t,x)}{\partial t} + {}_0^C D_t^{\frac{1}{2}} u(t,x) - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x),$$

$$0 < t < T, \qquad 0 < x < L, u(0,x) = \varphi(x), \quad 0 \le x \le L,$$

$$u(t,0) = u(t,L) = 0, \qquad 0 \le t \le T$$

incelendi. Caputo türev operatörü ile tanımlı bu denklemin tam çözümü Laplace metodu ile elde edilip Nümerik çözümü için Dufort-Frankel sonlu fark şeması metodu kullanıldı. Basset parabolik kısmi diferansiyel denklemi Dufort-Frankel fark şemaları oluşturulup bu fark şemasının kararlı olduğu gösterildi. Tam çözüm ile Nümerik çözüm bulunarak x ve t nin farklı değerleri için karşıkaştırılıp hata analizi yapıldı. Matlab programı yardımıyla bulunan nümerik çözümler ile yaklaşık çözümlerin mutlak değerce hata paylarının yeterince küçük olduğu görülmüştür. Test örnekler üzerinde bu yaklaşık çözüm metodu kullanılarak, kullanılan tekniğin geçerliliği ve elverişliliği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Basset kısmi diferansiyel denklemleri, Dufort-Frankel sonlu fark şeması metodu, başlangıç sınır değer problemi.

1.GİRİŞ

çalışıldı. Kesirli diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümleri; diferansiyel dönüşüm metodu, eksponsiyel fonksiyon metodu, variational iterasyon metodu, homotopi metodu ve sonlu fark metodu dahil olmak üzere bir çok farklı metotla yapılır [7-9]. Bu metotlar daha çok Caputo türevleriyle tanımlı kesirli diferansiyel denklemlerde kullanılır. Son zamanlarda Caputo türeviyle tanımlanan kesirli telegraf denklemler önem kazanmakta olup pek çok farklı metot uygulanmaya başlanmıştır [10]. Dufort-Frankel fark metodu sonlu fark metotlarından olup literatürde önemli bir yere sahiptir [11].

Bu çalışmada, Caputo türev operatörüyle tanımlı kesirli mertebeden Basset kısmi diferansiyel denkleminin başlangıç-sınır değer problemi

$$\begin{cases} \frac{\partial u(t,x)}{\partial t} + {}_0^C D_t^{\frac{1}{2}} u(t,x) - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x), \ \ 0 < t < T, \ \ 0 < x < L, \\ u(0,x) = \varphi(x), \quad 0 \le x \le L, \\ u(t,0) = u(t,L) = 0, \ \ 0 \le t \le T \end{cases} \tag{1}$$

incelendi. Burada f ve φ bilinen ve u bilinmiyen fonksiyonlardır. Bu denklem için Dufort-Frankel fark şeması oluşturulup bu fark şeması için kararlılık kestirimleri verildi. Laplace transform metodu kullanılarak elde edilen tam çözüm yaklaşık çözüm ile karşılaştırılarak (1) denklemi için hata analizi yapıldı.

Gelecek bölümde (1) problemi için Dufort-Frankel sonlu şeması verilecek ve bu fark şeması için kararlılık kestirimi verilecektir.

2.DUFORT-FRANKEL FARK ŞEMASININ OLUŞTURULMASI VE KARARLILIĞI

Bu bölümde, Caputo türevinin tanımı ve bu Caputo türevine karşılık gelen fark şeması metotlarının tanımı yapılacaktır.

Tanım 2.1 α ıncı mertebeden Caputo türevi

$$D_t^{\alpha} u(t,x) = \frac{\partial^{\alpha} u(t,x)}{\partial t^{\alpha}} = \frac{1}{\Gamma(\mathrm{n}-\alpha)} \int_0^t \frac{1}{(t-p)^{\alpha-n+1}} \frac{\partial^{\alpha} u(p,x)}{\partial p^{\alpha}} dp, n-1 < \alpha < n \tag{2}$$

olarak tanımlanır. (2) denkleminin $\alpha = \frac{1}{2}$ için birinci mertebeden fark şeması

$$D_t^{\frac{1}{2}} u(t_k, x_n) = D_t^{\frac{1}{2}} u_n^k = \frac{2}{\sqrt{\tau\pi}} \sum_{j=0}^{k} w_j^{\frac{1}{2}} (u_n^{k-j+1} - u_n^{k-j}) \tag{3}$$

şeklinde yazılır. Burada $w_j^{\frac{1}{2}} = (j+1)^{\frac{1}{2}} - (j)^{\frac{1}{2}}$ dır. x e göre Taylor açılımı yapılıp küçük terimler ihmal edilirse,

$$u_{xx}(t_k, x_n) = \frac{u_{n+1}^k - (u_n^{k+1} + u_n^{k-1}) + u_{n-1}^k}{h^2}, \tag{4}$$

Dufort-Frankel fark şeması elde edilir. Aynı şekilde, t ye göre Taylor açılımı kullanılıp küçük terimler ihmal edilirse,

$$u_t(t_k, x_n) = \frac{u_n^{k+1} - u_n^k}{\tau} \tag{5}$$

fark şeması elde edilir. (3), (4) ve (5) formülleri ve (1) denklemindeki başlangıç-sınır değerleri kullanılırsa; (1) denklemine karşılık gelen birinci mertebeden fark şeması

$$\begin{cases} \frac{u_n^k - u_n^{k-1}}{\tau} + \frac{2}{\sqrt{\tau\pi}} \sum_{j=0}^{k} w_j^{\frac{1}{2}} (u_n^{k-j+1} - u_n^{k-j}) \\ -\frac{u_{n+1}^k - (u_n^{k+1} + u_n^{k-1}) + u_{n-1}^k}{h^2} = f_n^k, \\ 1 \le k \le N-1, \quad 1 \le n \le M-1, \\ u_n^0 = \varphi(x_n), \quad 0 \le n \le M, \\ u_0^k = u_M^k = 0, \ 0 \le k \le N \end{cases} \tag{6}$$

elde edilir. (6) denklemi yeniden düzenlenip yazılırsa,

$$\left(\frac{2}{\sqrt{\tau\pi}} + \frac{1}{h^2}\right) u_n^{k+1} + \left(\frac{1}{\tau} - \frac{2}{\sqrt{\tau\pi}}\right) u_n^k + \left(-\frac{1}{\tau} + \frac{1}{h^2}\right) u_n^{k-1}$$

$$-\frac{1}{h^2} u_{n+1}^k - \frac{1}{h^2} u_{n-1}^k + \frac{2}{\sqrt{\tau\pi}} \sum_{j=1}^{k} w_j^{\frac{1}{2}} (u_n^{k-j+1} - u_n^{k-j}) = f_n^k \tag{7}$$

formülü yazılabilir.

Şimdi (6) sonlu fark şeması denklemi için kararlılık kestirimini veren Teoremi aşağıdaki gibi verelim.

Teorem 2.1: $\tau \geq \frac{\pi}{4}$ olmak şartıyla (7) fark şeması denklemi kararlılık kestirimleri sağlar.

Bu teoremin ispatı için [11] referansındaki metoda benzer metot kullanılarak kolaylıkla yapılabilir.

Dufort-Frankel fark şemasının kararlı olması bu metodun kesirli mertebeden Basset diferansiyel denkleminin başlangıç değer koşullarına bağlı nümerik çözümüne elverişli ve uygun olduğunu ifade eder. Dufort-Frankel metodun bu probleme uygulamasını bundan sonraki bölümde verilecektir.

3.NUMERİK SONUÇLAR

Örnek 1: Başlangıç değer koşullarına bağlı kesirli mertebeden Basset denklemini

$$\begin{cases} \frac{\partial u(t,x)}{\partial t} + \frac{\partial^{\frac{1}{2}} u(t,x)}{\partial t^{\frac{1}{2}}} - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x), \\ f(t,x) = sinx\left((t^3+3t^2+1) + \frac{16}{5}\frac{t^{\frac{5}{2}}}{\sqrt{\pi}}\right), \\ 0 < x < \pi, \;\; 0 < t < 1, \\ u(0,x) = sinx, \quad 0 \leq t \leq 1, \\ u(t,0) = u(t,L) = 0, \;\; 0 \leq x \leq \pi \end{cases} \tag{8}$$

inceleyelim. Laplace metodu kullanılarak bu denklemin tam çözümünün

$$u(t,x) = (t^3+1)sinx$$

olduğu kolaylıkla görülebilir. Bu denklemin Dufort-Frankel metoduyla nümerik çözümü bulmak için Modifiye Gauss Eliminasyon metodunun prosedürü kullanılır. (8) denklemin nümerik çözümü için

$$Error\ Analizi = max|u(t,x) - u(t_k, x_n)|, (0 \le n \le M, 0 \le k \le N)$$

maksimum normu kullanılır. Burada $u(t,x)$, (8) denkleminin tam çözümü ve $u(t_k, x_n)$ de yaklaşık çözümüdür. (8) örneğinin hata analizi bilgisayardaki hesaplama süreleri ve nümerik sonuçlar aşağıdaki hata analizi tablosunda verilmiştir.

$\tau = \left(\frac{1}{N}\right), h = \pi/M$	$Maksimum\ Hata$	$CPU\ time(zaman)$
$N = 25, \quad M = 5$	0.9806	0.104165
$N = 100, M = 10$	0.0305	0.079297
$N = 225, M = 15$	0.1391	0.558649
$N = 400;\ M = 20$	0.2522	0.209456

Tablo 1. Kesirli mertebeden Basset denkleminin Dufort-Frankel fark metoduyla yaklaşık özümü için elde edilen nümerik sonuçları verir.

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada Dufort-Frankel fark şeması kullanılarak kesirli mertebeden Basset denkleminin yaklaşık çözümü elde edildi. Matlab programı yardımıyla tam çözüm ile yaklaşık çözüm karşılaştırılarak hata analizi yapıldı. Hata analizi tablosundan metodun bu problem için uygun ve güzel sonuçlar verdiği görüldü. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu metodun diğer kesirli denklemlerin nümerik çözümleri için kullanılabileceğini gösterir.

REFERANSLAR

[1] Celik, C., Duman, M.: Crank-Nicholson method for the fractional equation with the Riezs fractional derivative, Journal of computational physics, 231, 1743-1750 (2012).

[2] Gorial, I. I.: Numerical methods for fractional reaction-dispersion equation with Riesz space fractional derivative, Eng. and Tech. Journal, 29, 709-715 (2011).

[3] Jafari, H., Gejii, V. D.: Solving linear and nonlinear fractional diffusion and wave equations by adomian decomposition, Appl. Math. and Comput., 180,488-497 (2006).

[4] Ahmed, E., El-Sayed, A., El-Saka, H.: Equilibrium points, stability and numerical solutions of fractional-order predator-prey and rabies models. J Math Anal Appl 325, 542--53 (2007.

[5] Su, L., Wang, W., Yang, Z.: Finite difference approximations for the fractional advection-diffusion equation, Physics Letters A., 373, 4405-4408 (2009).

[6] Karatay, I., Bayramoglu, S. R., Sahin, A.: Implicit difference approximation for the time fractional heat equation with the nonlocal condition, Applied Numerical Mathematics, 61,1281-1288 (2011).

[7] Zheng, B.: Exp-Function Method for Solving Fractional Partial Differential Equations, Hindawi Publishing Corporation, The Scientific-World Journal, 1-8 (2013)

[8] Wu, G.C., Lee, E.W.M.: Fractional Variational Iteration Method and its Application, Phys. Lett. A. 2010, 374, 2506-2509 (2010).

[9] Abdulaziz, O., Hashim, I., Momani, S.: Application of homotopy-perturbation method to fractional IVPs, J. Comput. Appl. Math., 2008, 216, 574-584 (2008).

[10] Modanli, M., Akgul, Ali.:Numerical solution of fractional telegraph differential equations by theta-method, The European Physical Journal Special Topics, 16(18), 3693-3703 (2017).

[11] Liang, Z., Yan, Y., Cai, G.: A Dufort-Frankel Difference Scheme for Two-Dimensional Sine-Gordon Equation, Discrete Dynamics in Nature and Society, Vol. 2014, 1-23 (2014).

VON NEUMANN METODU İLE KESİRLİ MERTEBEDEN TELEGRAF KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN KARARLILIĞI VE NÜMERİK ÇÖZÜMÜ

Doç. Dr. Mahmut MODANLI
Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Matematik Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada kesirli mertebeden telegraf kısmi diferensiyel denkleminin başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı problemi

$$\frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial t^2} + {}_0^C D_t^{\alpha-1} u(t,x) + u(t,x) - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x),$$

$$0 < t < T,\ 0 < x < L,\ 1 < \alpha \leq 2,$$

$$u(0,x) = g(x),\ u_t(0,x) = h(x), \quad 0 \leq x \leq L,$$

$$u(t,0) = u(t,L) = 0, \qquad 0 \leq t \leq T$$

incelendi. Caputo türev operatörü ile tanımlı bu denklemin kararlılığı için Von Neumann metodu kullanıldı. Tam çözümü Laplace metodu ile elde edilip nümerik çözümü için sonlu fark şeması metodu kullanıldı. x ve t nin verilen aralığı üzerindeki farklı bölünmeler için tam ve yaklaşık çözümleri karşılaştırılarak hata analizi yapıldı. Matlab programı kullanılarak örnek problemler üzerinde elde edilen nümerik sonuçlar hata analizi tablosunda yazıldı. Bulunan bu yaklaşık sonuçlardan, bu yaklaşık çözüm metodunun bu problem için geçerli ve elverişli olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Telegraf kısmi diferansiyel denklemi, Von Neumann metodu, Kararlılık, Sonlu fark şeması metodu, başlangıç sınır değer problemi.

1. GİRİŞ

Kısmi diferansiyel denklemler birçok bilim dalında uygulama alanına sahiptir. Bu alanlardan bazıları hastalık tedavisinin modellenmesinde, elastik teorisi, sıvı akışkanları, fizik, termodinamik ve hidrodinamiktir. Kesirli diferansiyel denklemler mühendislik, finans, fizik ve sismoloji gibi bilim dallarında pek çok uygulamalara sahiptir [1-3]. Bu diferansiyel denklemler zaman ve uzay değişkenlerine göre çözülebilir [4-6].

Kesirli türev ve integral teorisinin genelleştirilmesi ve soyut matematikteki uygulamaları için Riemann-Liouville tipinde kesirli türevinin tanımı önemli rol oynamıştır. Tamsayı mertebeli diferansiyel denklemlerin çözümü, yeni fonksiyon sınıflarının tanımları, serilerin toplamı buna örnek verilebilir. Bununla birlikte, modern teknolojinin talepleri, iyi tanımlı (kurulmuş) soyut matematiksel bir değerlendirmeyi gerektirir. Özellikle viscoelastisite teorisinden ve malzeme özelliklerinin daha iyi tanımlanması için kesirli türevlerin kullanıldığı kalıtsal katı mekaniğinde bir dizi çalışma ortaya çıkmıştır. Gelişmiş reolojik modellere dayalı matematiksel modelleme, doğal olarak kesirli diferansiyel denklemlere ve başlangıç koşullarının formülünün gerekliliğine yol açar. Uygulamalı problemler, fiziki olarak yorumlanabilir. Bu da başlangıç koşullarının kullanılmasını sağlayan kesirli türevlerin tanımlamasını gerektirir. Ne yazık ki, Riemann-Liouville yaklaşımını $t = a$ alt uçtaki Riemann-Liouville kesirli türevlerinin sınır değerlerini içeren başlangıç koşullarına yol açar.

Caputo tipi kesirli diferansiyel denklemlerin temel avantaj yaklaşımı diferansiyel denklemlerin başlangıç koşulları Caputo türevlerinin tamsayı mertebeli diferansiyel denklemleri ile aynı şekilde ele alınmasının $t = a$ altta bilinmeyen fonksiyonların tamsayı mertebeli türevlerin limit değerlerini içermesidir.

Kesirli diferansiyel denklemlerin nümerik çözümleri için farklı metotlar vardır. Uzay kesirli ısı denklemleri için fark şemaları sunulmuştur. Matris metodu kullanılarak zaman kesirli adveksiyon dağılım denkleminin karalılığı ve yakınsaklığı çalışıldı [7]. [8] de zaman kesirli diferansiyel difüzyon denklemin yaklaşık çözümünü theta metodu yardımıyla hesapladı. Srivastava, Awasthi ve Tamsir zamana bağlı kesirli mertebeden Caputo hiperbolik telegraf denkleminin nümerik sonuçlarını RDTM (Reduced Differential Transform Method) metoduyla buldu [9]. Ashyralyev ve Dal sonlu fark ve iterasyon metotlarını kullanarak $\alpha = 1/2$ için kesirli hiperbolik kısmi diferansiyel denkleminin Neumann koşuluna bağlı yaklaşık çözümünü çalıştı [10].

Bu çalışmada, kesirli mertebeden telegraf kısmi diferansiyel denklemi

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial t^2} + {}_0^C D_t^{\alpha-1} u(t,x) + u(t,x) - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = f(t,x), \\ 0 < x < L, \;\; 0 < t < T, \;\; 1 < \alpha \leq 2, \\ \\ u(0,x) = g(x), \;\; u_t(0,x) = h(x), \;\; 0 \leq x \leq L \\ u(t,0) = u(t,L) = 0, \;\; 0 \leq t \leq T, \end{cases} \tag{1.1}$$

incelendi. Burada, f, g ve h bilinen fonksiyonlar u bilinmeyen bir fonksiyondur.

Şimdi (1.1) probleminde kullanılan Caputo kesirli türevi ve Gamma fonksiyonunun tanımlarını verelim.

Tanım 1.1 Gamma fonksiyonu bütün pozitif $z \in R$ için

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty e^{-t} t^{z-1} dt \tag{1.2}$$

olarak tanımlanır.

Tanım 1.2 $D_t^\alpha u(t,x)$ olarak gösterilen α. mertebeden Caputo kesirli türevi, bütün $n-1 < \alpha < n$ için

$$D_t^\alpha u(t,x) = \frac{\partial^\alpha u(t,x)}{\partial t^\alpha} = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_0^t \frac{1}{(t-p)^{\alpha-n+1}} \frac{\partial^\alpha u(p,x)}{\partial p^\alpha} dp \tag{1.3}$$

ve $\alpha = n \in N$ için

$$D_t^\alpha u(t,x) = \frac{\partial^\alpha u(t,x)}{\partial t^\alpha} = \frac{\partial^n u(t,x)}{\partial t^n}$$

olarak verilir. ${}_0^C D_t^{\alpha-1}(t,x)$ operatörü yerine $D_t^\alpha u(t,x)$ Caputo türev operatörü kullanılarak (1.1) denkleminin tam çözümü için formül [11] deki çalışmada verilmiştir. Bu şekildeki telegraf denklemlerin örnek problemlerinin tam çözümlerini bulmak için Laplace ve Fourier dönüşüm ile Fourier serisi çözüm metotları kullanılabilir.

Gelecek bölümde, (1.1) problemi için Crank-Nicholson sonlu fark şeması oluşturulup bu sonlu fark şemasının kararlılığı Von-Neumann metodu ile gösterilecektir.

2. KESİRLİ MERTEBEDEN TELEGRAF DENKLEM İÇİN CRANK-NICHOLSON FARK ŞEMASININ VON-NEUMANN METODU İLE KARARLILIĞI

$x-$ ekseni için $h = \frac{L}{M}$ ve $t-$ekseni için $\tau = \frac{T}{N}$ verilsin. Bu aralıkta $x_n = nh,\ n = 1,2,\dots,M$, $t_k = k\tau, k = 1,2,\dots,N$ olarak tanımlanır.

(1.1) kesirli telegraf kısmi diferansiyel denklemi için Crank-Nicholson fark şeması metodu

$$\begin{cases} \frac{u_n^{k+1}-2u_n^k+u_n^{k-1}}{\tau^2} + g_{\alpha,\tau} \sum_{j=1}^k w_j^{(\alpha)} (u_n^{k-j+1} - u_n^{k-j}) + \frac{u_n^k+u_n^{k+1}}{2} \\ -\frac{1}{2h^2}\left[\left(u_{n+1}^{k+1} - 2u_n^{k+1} + u_{n-1}^{k+1}\right) + \left(u_{n+1}^k - 2u_n^k + u_{n-1}^k\right)\right] = f_n^k, \\ 1 \le k \le N-1,\ 1 \le n \le M-1, \\ u_n^0 = g(x_n),\ \frac{u_n^1-u_n^0}{\tau} = h(x_n),\ 0 \le n \le N, \\ u_0^k = u_M^k = 0,\ 0 \le k \le M \end{cases} \tag{2.1}$$

formülü ile verilir. Burada $g_{\alpha,\tau}=\frac{\tau^{-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)}$ ve $w_j^{(\alpha)}=(j)^{2-\alpha}-(j-1)^{2-\alpha}$ dır. (2.1) formülünün kararlı olduğunu göstermek için

$$u_n^k=r^k e^{in\theta} \tag{2.2}$$

Von-Neumann formülünü kullanalım. Bu son formülde eğer

$$\|u_n^k\|=\left|r^k e^{in\theta}\right|\le |r^k|<1$$

olursa, (2.1) problemi kararlı olur. Bu kararlılık bizi (1.1) kesirli mertebeden telegraf denkleminin Crank-Nicholson sonlu fark şemasının kararlı olduğunu gösterir. (2.2) formülü (2.1) formülünde yerine yazılıp $\alpha\to 1, n=0,\ k=1$ ve $f_0^1\to 0$ alınırsa,

$$\left(\frac{1}{\tau^2}+\frac{1}{2}+\frac{2}{h^2}sin^2\frac{\theta}{2}\right)r^2+\left(-\frac{2}{\tau^2}+\frac{3}{2}+\frac{2}{h^2}sin^2\frac{\theta}{2}\right)r+\frac{1}{\tau^2}-1=0$$

ikinci dereceden denklemi elde edilir. Bu denklemin kökleri r_1 ve r_2 olmak üzere,

- $r_1+r_2=\frac{-\frac{2}{\tau^2}+\frac{3}{2}+\frac{2}{h^2}sin^2\frac{\theta}{2}}{\frac{1}{\tau^2}+\frac{1}{2}+\frac{2}{h^2}sin^2\frac{\theta}{2}}\le\frac{-\frac{2}{\tau^2}+\frac{3}{2}}{\frac{1}{\tau^2}+\frac{1}{2}}\le\frac{-\frac{2}{\tau^2}+\frac{3}{2}}{\frac{1}{\tau^2}}=-2+\frac{3}{2}\tau^2\le\frac{3}{2}\tau^2\le\frac{3}{2},$

- $r_1.r_2=\frac{\frac{1}{\tau^2}-1}{\frac{1}{\tau^2}+\frac{1}{2}+\frac{2}{h^2}sin^2\frac{\theta}{2}}\le\frac{\frac{1}{\tau^2}-1}{\frac{1}{\tau^2}}\le 1-\tau^2\le 1$

olarak yazılabilir. $\tau=\frac{1}{N}>0$ olduğundan $r_1\neq 0, r_2\neq 0$ dır. Buradan da

$|r_1|\le 1$ ve $|r_2|\le 1$

olduğu görülür. Böylece (2.1) Crank-Nicholson sonlu fark şeması kararlı olduğu sonucu çıkarılır.

3. NÜMERİK SONUÇLAR

Bu bölümde kesirli mertebeden telegraf kısmi diferansiyel denklemin yaklaşık çözümü için Crank-Nicholson sonlu fark şeması metodu ile ilgili örnek problem verilecektir.

Örnek Kesirli mertebeden telegraf kısmi diferansiyel denklemi

$$\begin{cases}\frac{\partial^2u(t,x)}{\partial t^2}+\frac{\partial^{\alpha-1}u(t,x)}{\partial t^{\alpha-1}}+u(t,x)=\frac{\partial^2u(t,x)}{\partial x^2}+f(t,x),\\ f(t,x)=\left(6t+2(t^3+1)+6\frac{t^{4-\alpha}}{\Gamma(5-\alpha)}\right)sinx,\\ 0<x<\pi,\ \ 0<t<1,\ \ 0<\alpha\le 1,\\ \\ u(0,x)=(x^2-3x+2),\ \ u_t(0,x)=0,\ \ 0\le x\le\pi,\\ u(t,0)=u(t,\pi)=0,\ \ 0\le t\le 1\end{cases} \tag{3.1}$$

ele alalım. Bu denklemin tam çözümü için Laplace dönüşüm metodu kullanılırsa, tam çözümün

$$u(t,x) = (t^3 + 1)sinx$$

olduğu kolaylıkla görülür. (3.1) problemini çözmek için (2.1) Crank-Nicholson sonlu fark şeması ve Gauss eliminasyon metodu kullanılır. Yaklaşık çözüm için hata analizinin maksimum normu

$$\varepsilon = \max|u(t,x) - u(t_k, x_n)|\, n = 0,1,\dots,M, k = 0,1,\dots,N$$

uygulanır. Burada $u(t_k, x_n)$ yaklaşık çözüm ve $u(t,x)$ tam çözümdür. Matlab programı yardımıyla hesaplanan nümerik sonuçlar aşağıdaki hata analizi tablosundaki Tablo 1. de verilmiştir.

Tablo 1.

$h = \frac{1}{M}, tau = \frac{1}{N}$	ε(maxerror) for $\alpha = 1.5$	ε(maxerror) for $\alpha = 1.1$	ε(maxerror) for $\alpha = 1.9$
N=40, M=40	0.0040	3.4451×10^{-4}	0.0082
N=M=80	5.4707×10^{-4}	2.3707×10^{-4}	1.9134×10^{-4}
N=M=160	0.0022	3.5191×10^{-4}	0.0046
N=100, M=10	0.0045	7.0178×10^{-4}	0.0093
N=225, M=15	0.0040	3.4496×10^{-4}	0.0083

4.SONUÇ

Bu çalışmada, kesirli mertebeden telegraf kısmi diferansiyel denklemi için Crank-Nicholson sonlu fark şeması oluşturuldu ve bu fark şemasının kararlı olduğu Von-Neumann metoduyla gösterildi. Bu metodun bu türdeki denklemlerin yaklaşık çözümleri için kullanışlı ve güzel sonuçlar verdiği örnek problemler üzerinde gösterildi. Matlap programı kullanılarak tam ve yaklaşık çözümler karşılaştırılarak hata analizi tablosu yapıldı.

KAYNAKLAR

[1] CELİK, C. ve DUMAN M., 2012. Crank Nicholson method for the fractional equation with the Riezs fractional derivative, Journal of computational physics, 231:1743-1750.

[2] GORIAL, I.I., 2011. Numerical methods for fractional reaction-dispersion equation with Rieszspace fractional derivative, Engineering. And Techology Journal, 29:709-715.

[3] JAFARI, H. and GEJII, V.D., 2006. Solving linear and nonlinear fractional diffusionan dwave equations by adomian decomposition, Applied Mathematicsand Computation, 180:488-497.

[4] KARATAY, I., BAYRAMOĞLU, S. R. ve SAHİN, A., 2011. Implicit difference approximation for the time fractional heat equation with the nonlocal condition, Applied Numerical Mathematics, 61:1281-1288.

[5] SU, L., WANG, W. and YANG, Z., 2009. Finited ifference approximations for the fractional advection-diffusion equation, Physics LettersA, 373:4405 4408.

[6] TADJERAN, C.,Meerschaert, M. M. and Scheffler, H. P., 2006. A Second-order Accurate Numerical Approximationfor the Fractional Diffusion Equation, Journal of Computational Physics, 213:205-213.

[7] KARATAY, I., KALE, N. ve BAYRAMOĞLU ERGUNER S.R., 2014. Stability and Convergence of a Finite Partial Diferential Equations by Matrix Method,International Mathematical Forum, 9:1757- 1765.

[8] ASLEFALLAH, M., ROSTAMY, D. ve HOSSEİNKHANİ, K., 2014. Solving time fractional differential diffusion equation by theta method, International Journal of Applied Mathematics and Mechanics, 2:1-8.

[9] SRIVASTAVA, V. K., AWASTHI, M. K. and TAMSIR, M., 2013. RDTM solution of Caputo time fractional-order hyperbolic telegrap hequation, AIP advances, 3:1-11.

[10] ASHYRALYEV, A. and DAL, F., 2012.Finite Difference and Iteration Methods for Fractional Hyperbolic Partial Differential Equations with the Neumann Condition, Discrete Dynamicsin Nature and Society, 1-15.

[11] MODANLI, Mahmut. Two numerical methods for fractional partial differential equation with nonlocal boundary value problem. *Advances in Difference Equations*, 2018, 2018.1: 333.

Some Relations Between bi-Periodic Jacobsthal and bi-Periodic Jacobsthal Lucas Matrix Sequence

Asst. Prof. Dr. Sukran Uygun

Department of Mathematics - Faculty of Science and Arts, Gaziantep University, 27310, Gaziantep, Turkey

Hasan Karataş

Department of Mathematics - Faculty of Science and Arts, Gaziantep University, 27310, Gaziantep, Turkey

Abstract

In this paper, we study the bi-periodic Jacobsthal and the bi-periodic Jacobsthal Lucas matrix sequence in a much broader way to obtain some new crucial identities and properties.

Keywords: bi-periodic Jacobsthal sequence, bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence, matrix sequences.

INTRODUCTION

Special integer sequences such as Fibonacci, Lucas, Jacobsthal, Pell, Horadam are important for various reasons since we can see abundant applications in Physics, Engineering, Architecture, Nature and Art.

Jacobsthal sequence is defined by the recurrence relation $j_n = j_{n-1}+2j_{n-2}$, $j_0=0$, $j_1=1$ for $n\geq 2$, respectively. Similarly Jacobsthal Lucas sequence is defined by the recurrence relation $c_n = c_{n-1}+2c_{n-2}$, $c_0=2$, $c_1=1$ for $n\geq 2$, respectively. Because of the importance of special integer sequences, the scientists have generalized them by using different methods. There have been a number of generalizations on some of the various types of integer sequences. Among these generalizations is bi-periodic Fibonacci sequence, also known as the generalized Fibonacci sequence which was first introduced in literature by Edson and Yayenie [9] in the year 2009. Similarly, in the year 2014, a new generalization of the Lucas Sequence was defined by Bilgici [5].

Definition The bi-periodic Jacobsthal sequence $\{j_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined as

$$j_0 = 0,\ j_1 = 1,\ j_n = \begin{cases} aj_{n-1} + 2j_{n-2}, & if\ n\ is\ even \\ bj_{n-1} + 2j_{n-2}, & if\ n\ is\ odd \end{cases} n \geq 2$$

and the bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence $\{c_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined as

$$c_0 = 0,\ c_1 = 1,\ c_n = \begin{cases} bc_{n-1} + 2c_{n-2}, & if\ n\ is\ even \\ ac_{n-1} + 2c_{n-2}, & if\ n\ is\ odd \end{cases}$$

where $\lfloor a \rfloor$ is the floor function of a and $\xi(n) = n - 2\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$ is the parity function in [10,11]. From the above definition we have the nonlinear quadratic equation for the bi-periodic Jacobsthal sequence by

$$x^2 - abx - 2ab = 0$$

with roots α and β defined by

$$\alpha = \frac{ab + \sqrt{a^2b^2 + 8ab}}{2},$$

$$\beta = \frac{ab - \sqrt{a^2b^2 + 8ab}}{2}$$

The extended Binet formula is given as

$$j_m = \frac{a^{1-\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor}} \frac{\alpha^m - \beta^m}{\alpha - \beta}$$

Definition The bi-periodic Jacobsthal matrix sequence $\{J_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined recursively by

$$J_n(a,b) = \begin{Bmatrix} aJ_{n-1}(a,b) + 2J_{n-2}(a,b), & if\ n\ is\ even \\ bJ_{n-1}(a,b) + 2J_{n-2}(a,b), & if\ n\ is\ odd \end{Bmatrix} n \geq 2$$

with the initial conditions given as

$$J_0(a,b) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},\ J_1(a,b) = \begin{pmatrix} b & 2\frac{b}{a} \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Theorem The Binet formula for the bi-periodic Jacobsthal matrix sequence is given by

$$J_n = A(\alpha^n - \beta^n) + B(\alpha^{2\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 2} - \beta^{2\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 2})$$

where

$$A = \frac{(J_1 - bJ_0)^{\xi(n)}(aJ_1 - 2J_0 - abJ_0)^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor}(\alpha - \beta)}$$

$$B = \frac{b^{\xi(n)}J_0}{(ab)^{\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 1}(\alpha - \beta)}$$

Theorem For any integer $n \geq 0$ we obtain the nth Jacobsthal matrix sequence as

$$J_n = \begin{bmatrix} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} j_{n+1} & 2\frac{b}{a} j_n \\ j_n & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} j_{n-1} \end{bmatrix}$$

Definition For any two non-zero real numbers *a* and *b*, and any number *n* belonging to the set of natural numbers, the bi-periodic Jacobsthal Lucas matrix sequence denoted by $\{C_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined recursively by

$$C_n(a,b) = \begin{cases} bC_{n-1}(a,b) + 2c_{n-2}(a,b), & \text{if } n \text{ is even} \\ aC_{n-1}(a,b) + 2c_{n-2}(a,b), & \text{if } n \text{ is odd} \end{cases} \quad n \geq 2$$

with the initial conditions given as

$$C_0(a,b) = \begin{pmatrix} a & 4 \\ 2\frac{a}{b} & a \end{pmatrix}, \; C_1(a,b) = \begin{pmatrix} a^2 + 4\frac{a}{b} & 2\frac{b}{a} \\ \frac{a^2}{b} & 4\frac{a}{b} \end{pmatrix}$$

For the brevity, we shall use c_n in place of $c_n(a,b)$ and C_n for $C_n(a,b)$.

Theorem (Binet Formula) For every *n>0* integer, the Binet formula for the bi-periodic Jacobsthal matrix sequence is given by

$$C_n = A(\alpha^n - \beta^n) + B(\alpha^{2\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 2} - \beta^{2\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 2})$$

where

$$A = \frac{(C_1 - aC_0)^{\xi(n)} (bC_1 - 2C_0 - abC_0)^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor} (\alpha - \beta)}$$

$$B = \frac{a^{\xi(n)} C_0}{(ab)^{\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 1} (\alpha - \beta)}$$

Theorem For any integer $n \geq 0$, we obtain the nth Jacobsthal Lucas matrix sequence as

$$C_n = \begin{bmatrix} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} c_{n+1} & 2c_n \\ \frac{a}{b} c_n & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} c_{n-1} \end{bmatrix}$$

Theorem The relations between bi-periodic Jacobsthal matrix sequence and bi-periodic Jacobsthal Lucas matrix sequence are given as

$$C_{n+1}+2C_{n-1}=\frac{a}{b}(ab+8)J_n$$

$$J_{n+1}+2J_{n-1}=\frac{b}{a}C_n$$

Proof. $\xi(n+1)+\xi(n)=1,\quad c_{n+1}+2c_{n-1}=(ab+8)j_n$

$$C_{n+1}+2C_{n-1}=\begin{bmatrix}\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}c_{n+2} & 2c_{n+1}\\ \frac{a}{b}c_{n+1} & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}c_n\end{bmatrix}+2\begin{bmatrix}\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}c_n & 2c_{n-1}\\ \frac{a}{b}c_{n-1} & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}c_{n-2}\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}(c_{n+2}+2c_n) & 2(c_{n+1}+2c_{n-1})\\ \frac{a}{b}(c_{n+1}+2c_{n-1}) & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}(c_n+2c_{n-2})\end{bmatrix}$$

$$=\frac{a}{b}(ab+8)\begin{bmatrix}\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)}(j_{n+1}) & 2\frac{b}{a}j_n\\ j_n & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)}j_{n-1}\end{bmatrix}$$

$$=\frac{a}{b}(ab+8)\begin{bmatrix}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}j_{n+1} & 2\frac{b}{a}j_n\\ j_n & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}j_{n-1}\end{bmatrix}$$

$$=\frac{a}{b}(ab+8)J_n$$

Theorem The relation between bi-periodic Jacobsthal matrix sequence and bi-periodic Jacobsthal Lucas matrix sequence are given as

$$J_n+2J_{n-1}=\frac{b}{a}C_n$$

Proof:

$$J_n + 2J_{n-1} = \begin{bmatrix} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} & j_{n+2} & 2\frac{b}{a}j_{n+1} \\ j_{n+1} & & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} j_n \end{bmatrix} + 2\begin{bmatrix} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n-1)} & j_n & 2\frac{b}{a}j_{n-1} \\ j_{n-1} & & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n-1)} j_{n-2} \end{bmatrix}$$

$$= \frac{b}{a}\begin{bmatrix} \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} & c_{n+1} & 2c_n \\ \frac{a}{b}c_n & & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} c_{n-1} \end{bmatrix} = \frac{b}{a}C_n$$

Theorem $C_0 J_n = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} C_n$

Proof:

$$C_0 J_n = \begin{bmatrix} a & 4 \\ \frac{2a}{b} & a \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} & j_{n+1} & \frac{2b}{a}j_n \\ j_n & & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} j_{n-1} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} & j_{n+2} + 2j_n & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} (b^{1-\xi(n)}a^{\xi(n)}j_n + 4j_{n-1}) \\ \left(\frac{a}{b}\right)^{1-\xi(n)} & (2j_{n+1} - a^{\xi(n)}b^{1-\xi(n)}j_n) & 2(j_n - 2j_{n-2}) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} & c_{n+1} & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} c_n \\ \left(\frac{a}{b}\right)^{1-\xi(n)} & c_n & 2c_{n-1} \end{bmatrix}$$

$$= \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} C_n$$

Theorem $J_1 C_n = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} C_{n+1} = \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} (J_{n+2} + 2J_n)$

Proof. For the left handside of the equality, by using the following equality $c_{n+2} = b^{1-\xi(n)}a^{\xi(n)}c_{n+1} + 2c_n$, we get

For the right handside of the equality

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} C_{n+1} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} \begin{bmatrix} \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)} c_{n+2} & 2c_{n+1} \\ \frac{a}{b} c_{n+1} & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n+1)} c_n \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} c_{n+2} & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} c_{n+1} \\ \left(\frac{a}{b}\right)^{1-\xi(n+1)} & 2c_n \end{bmatrix}$$

$$J_1 C_n = \begin{bmatrix} b & \frac{2b}{a} \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} c_{n+1} & 2c_n \\ \frac{a}{b} c_n & 2\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} c_{n-1} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} a^{\xi(n)} b^{1-\xi(n)} c_{n+1} + 2c_n & 2bc_n + 4\left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)-1} c_{n-1} \\ \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} c_{n+1} & 2c_n \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} c_{n+2} & 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)} c_{n+1} \\ \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} c_{n+1} & 2c_n \end{bmatrix}$$

Hata! Yer işareti tanımlanmamış. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Lemma

$$K = \begin{bmatrix} \alpha & b \\ a & \alpha - ab \end{bmatrix},\ L = \begin{bmatrix} \beta & b \\ a & \beta - ab \end{bmatrix},\ M = \begin{bmatrix} b + b\alpha & \frac{b\alpha}{a} \\ \alpha & b \end{bmatrix},\ N = \begin{bmatrix} b + b\beta & \frac{1}{a} b\beta \\ \beta & b \end{bmatrix}$$

$$KL = KN = MN = LM = 0$$

Proof.

i)

$$KL = \begin{bmatrix} \alpha & b \\ a & \alpha - ab \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta & b \\ a & \beta - ab \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \alpha\beta + ab & b(\alpha + \beta - ab) \\ a(\alpha + \beta - ab) & (\alpha - ab)(\beta - ab) + ab \end{bmatrix} = 0$$

ii)

$$KN=\begin{bmatrix}\alpha & b\\ a & \alpha-ab\end{bmatrix}\begin{bmatrix}b+b\beta & \frac{1}{a}b\beta\\ \beta & b\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}b(\alpha+\beta+\alpha\beta) & b(b+\frac{\alpha\beta}{a})\\ \alpha\beta+ab & b(\alpha+\beta-ab)\end{bmatrix}=0$$

iii)

$$MN=\begin{bmatrix}b+b\alpha & \frac{b\alpha}{a}\\ \alpha & b\end{bmatrix}\begin{bmatrix}b+b\beta & \frac{1}{a}b\beta\\ \beta & b\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}b^2(\alpha+\beta+\alpha\beta+1)+\frac{\alpha\beta b}{a} & \frac{b^2}{a}(\alpha+\beta+\alpha\beta)\\ b(\alpha+\beta+\alpha\beta) & b(b+\frac{\alpha\beta}{a})\end{bmatrix}=0$$

iv)

$$LM=\begin{bmatrix}\beta & b\\ a & \beta-ab\end{bmatrix}\begin{bmatrix}b+b\alpha & \frac{b\alpha}{a}\\ \alpha & b\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}b(\alpha+\beta+\alpha\beta) & b(b+\frac{\alpha\beta}{a})\\ \alpha\beta+ab & b(\alpha+\beta-ab)\end{bmatrix}=0$$

Lemma

$K^2=(\alpha-\beta)K,\ L^2=-(\alpha-\beta)L,$

$M^2=\frac{\alpha^2}{a^2}(\alpha-\beta)K,\quad N^2=-\frac{\beta^2}{a^2}(\alpha-\beta)L$

Definition $J_n(a,b)=\begin{cases}\dfrac{1}{(\alpha-\beta)(ab)^{\frac{n}{2}}}(K\alpha^n-L\beta^n), & if\ n\ is\ even\\ \dfrac{1}{(\alpha-\beta)(ab)^{\frac{n-1}{2}}}(M\alpha^{n-1}-N\beta^{n-1}), & if\ n\ is\ odd\end{cases}\qquad n\geq 2$

Theorem $J_nJ_m=J_mJ_n=\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(mn)}J_{n+m}$

Proof. For n, m even numbers, it is obtained that

$$J_n J_m = \frac{(K\alpha^n - L\beta^n)(K\alpha^n - L\beta^n)}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m}{2}}}$$
$$= \frac{K^2\alpha^{n+m} + L^2\beta^{n+m}}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m}{2}}}$$
$$= \frac{(\alpha-\beta)K\alpha^{n+m} - (\alpha-\beta)L\beta^{n+m}}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m}{2}}}$$
$$= \frac{K\alpha^{n+m} - L\beta^{n+m}}{(\alpha-\beta)(ab)^{\frac{n+m}{2}}}$$
$$= J_{n+m}$$

if n,m are odd numbers, it is obtained that

$$J_n J_m = \frac{(M\alpha^{n-1} - N\beta^{n-1})(M\alpha^{m-1} - N\beta^{m-1})}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m}{2}-1}}$$
$$= \frac{(M^2\alpha^{m+n-2} + N^2\beta^{m+n-2})}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m}{2}-1}}$$
$$= \frac{(\alpha^2(\alpha-\beta)K\alpha^{m+n-2} - \beta^2(\alpha-\beta)L\beta^{m+n-2})}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m}{2}-1}}$$
$$= \frac{b}{a}\frac{(K\alpha^{n+m} - L\beta^{n+m})}{(\alpha-\beta)(ab)^{\frac{n+m}{2}}}$$
$$= \frac{b}{a} J_{n+m}$$

If m is even and n is odd, then it is obtained that

$$J_m J_n = \frac{(K\alpha^m - L\beta^m)(M\alpha^{n-1} - N\beta^{n-1})}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m-1}{2}}}$$
$$= \frac{KM\alpha^{m+n-1} + LN\beta^{m+n-1}}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m-1}{2}}}$$
$$= \frac{(\alpha-\beta)M\alpha^{m+n-1} - (\alpha-\beta)N\beta^{m+n-1}}{(\alpha-\beta)^2 (ab)^{\frac{n+m-1}{2}}}$$
$$= \frac{M\alpha^{m+n-1} - N\beta^{m+n-1}}{(\alpha-\beta)(ab)^{\frac{n+m-1}{2}}}$$
$$= J_{m+n}$$

Theorem $J_m C_n = C_n J_m = \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} C_{m+n}$

Proof.

$$\begin{aligned} J_m C_n &= J_m \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} C_0 J_n \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} J_m J_n C_0 \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(mn)} J_{m+n} C_0 \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(n)-\xi(mn)-\xi(m+n)} C_{m+n} \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} C_{m+n} \end{aligned}$$

Theorem $C_m C_n = \left(\frac{a}{b}\right)^{2-\xi(m+1)\xi(n+1)} (ab+8) J_{m+n}$

Proof.

$$\begin{aligned} C_m C_n &= \frac{a^2}{b^2}(J_{m+1} + 2J_{m-1})(J_{n+1} + 2J_{n-1}) \\ &= \frac{a^2}{b^2}(J_{m+1}J_{n+1} + 2J_{m+1}J_{n-1} + 2J_{m-1}J_{n+1} + 4J_{m-1}J_{n-1}) \\ &= \frac{a^2}{b^2}\left(\begin{array}{l} \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)(n+1)} J_{m+n+2} + 2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)(n-1)} J_{m+n} \\ +2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m-1)(n+1)} J_{m+n} + 4\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m-1)(n-1)} J_{m+n-2} \end{array}\right) \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{2-\xi(m+1)(n+1)} (J_{m+n+2} + 4J_{m+n} + 4J_{m+n-2}) \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{2-\xi(m+1)(n+1)} \left(\frac{b}{a} C_{m+n+1} + \frac{2b}{a} C_{m+n-1}\right) \\ &= \left(\frac{a}{b}\right)^{2-\xi(m+1)(n+1)} (ab+8) J_{m+n} \end{aligned}$$

Theorem $C_{n-r} C_{n+r} = \left(\frac{a}{b}\right)^{(-1)^n \xi(n)} C_n^2$

Proof:

LHS

$$C_{n-r}C_{n+r} = \frac{a^2}{b^2}(J_{n-r+1} + 2J_{n-r-1})(J_{n+r+1} + 2J_{n+r-1})$$

$$= \frac{a^2}{b^2}(J_{n-r+1}J_{n+r+1} + 2J_{n-r-1}J_{n+r+1} + 2J_{n-r-1}J_{n+r+1} + 4J_{n-r-1}J_{n+r-1})$$

$$= \frac{a^2}{b^2}\left(\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n-r+1)(n+r+1)} J_{2n+2} + 4\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n-r-1)(n+r+1)} J_{2n} + 4\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n-r+1)(n+r-1)}\right)$$

$$= \frac{a^2}{b^2}\left(\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+r+1)} (J_{2n+2} + 2J_{2n} + 2J_{2n} + 4J_{2n-2})\right)$$

$$= \frac{a^2}{b^2}\left(\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+r+1)} (C_{2n+1} + 2C_{2n-1})\right)$$

$$= \frac{a}{b}\left(\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+r+1)} \frac{a}{b}(ab+8)J_{2n}\right)$$

$$= \left(\frac{a}{b}\right)^{2-\xi(n-r+1)} (ab+8)J_{2n}$$

RHS

$$\left(\frac{a}{b}\right)^{(-1)^n\xi(n)} C_n^2 = \left(\frac{a}{b}\right)^{(-1)^n\xi(n)} C_nC_n$$

$$= \left(\frac{a}{b}\right)^{(-1)^n\xi(n)} \left(\frac{a}{b}\right)^{2-\xi(n+1)} (ab+8)J_{2n}$$

Theorem $C_0^{\,m} J_{mn} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\left\lfloor \frac{m+1}{2} \right\rfloor \xi(n)} C_n^m$

Proof.

$$C_0{}^m J_{mn} = C_0^m J_n^m \left(\frac{a}{b}\right)^{\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor \xi(n)}$$

$$= (C_0 J_n)^m \left(\frac{a}{b}\right)^{\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor \xi(n)}$$

$$= \left(\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} C_n\right)^m \left(\frac{a}{b}\right)^{\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor \xi(n)}$$

$$= C_n^m \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)\left(m-\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor\right)}$$

$$= C_n^m \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)\left\lfloor \frac{m+1}{2} \right\rfloor}$$

REFERENCES

1) T. Koshy, Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, John Wiley and Sons Inc., NY 2001.

2) A. F. Horadam, Jacobsthal representation numbers, The Fibonacci Quarterly.,37(2), 1999, 40-54.

3) M. Edson, O. Yayenie, A new generalization of Fibonacci sequences and the extended Binet's formula, INTEGERS Electron. J. Comb. Number Theor., 9 2009, 639-654.

4) O. Yayenie, A note on generalized Fibonacci sequence, Appl. Math. Comput., 217 2011, 5603-5611

5) G. Bilgici, Two generalizations of Lucas sequence, Applied Mathematics and Computation, 245, 2014, 526-538.

6) A. Coskun, N.Taskara, The matrix sequence in terms of bi-periodic Fibonacci numbers, arXiv:1603.07487v2 [math.NT] 4 Apr 2016.

7) A. Coskun, N. Yilmaz, N.Taskara, A note on the bi-periodic Fibonacci and Lucas matrix sequences, arXiv:1604.00766v1 [math.NT] 4 Apr 2016.

8) S. Uygun, E. Owusu, A New Generalization of Jacobsthal Numbers (Bi-Periodic Jacobsthal Sequences), Journal of Mathematical Analysis 7(5), 2016, 28-39.

9) S. Uygun, E. Owusu, Matrix Representation of Bi-Periodic Jacobsthal, arXiv:1702.00604v1 [math.CO] 2 Feb 2017.

10) Jun S. P., Choi K.H, Some properties of the Generalized Fibonacci Sequence by Matrix Methods, Korean J. Math, 24(4), 2016, 681-691.

11) S. Uygun, H. Karatas, E. Akıncı, Relations ob bi-periodic Jacobsthal Sequence, TJMM, 10(2), (2018), 141-151.

12) Sukran Uygun, Hasan Karatas, A New Generalization of Pell-Lucas Numbers (Bi-Periodic Pell-Lucas Sequence), Communications in Mathematics and Applications, 10(3), 2019, 1-12.

Some Relations Between bi-Periodic Jacobsthal and bi-Periodic Jacobsthal Lucas Sequence

Asst. Prof. Sukran Uygun
Department of Mathematics - Faculty of Science and Arts,
Gaziantep University, 27310, Gaziantep, Turkey

Abstract
In this paper, we study the bi-periodic Jacobsthal and the bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence in a much broader way to obtain some new crucial identities and properties of the generalized Jacobsthal and the generalized Jacobsthal Lucas sequences.

Keywords: bi-periodic Jacobsthal sequence, bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence, Binet formula

INTRODUCTION

Special integer sequences such as Fibonacci, Lucas, Jacobsthal, Pell, Horadam are important for various reasons since we can see abundant applications in Physics, Engineering, Architecture, Nature and Art. So the researchers have studied about them for a long time. For instance, the ratio of two consecutive elements of Fibonacci sequence is called golden ratio, you can encounter it almost every area of science and art. And specially computers use conditional directives to change the flow of execution of a program. In addition to branch instructions, some microcontrollers use skip instructions which conditionally bypass the next instruction.This brings out being useful for one case out of the four possibilities on 2 bits, 3 cases on 3 bits, 5 cases on 4 bits, 11 cases on 5 bits, 21 cases on 6 bits,..., which are exactly the Jacobsthal numbers.

Jacobsthal sequence is defined by the recurrence relation $j_n = j_{n-1}+2j_{n-2}$, $j_0=0$, $j_1=1$ for $n\geq 2$, respectively. Similarly Jacobsthal Lucas sequence is defined by the recurrence relation $c_n = c_{n-1}+2c_{n-2}$, $c_0=2$, $c_1=1$ for $n\geq 2$, respectively. Because of the importance of special integer sequences, the scientists have generalized them by using different methods. There have been a number of generalizations on some of the various types of integer sequences. Among these generalizations is bi-periodic Fibonacci sequence, also known as the generalized Fibonacci sequence which was first introduced in literature by Edson and Yayenie [9] in the year 2009. Similarly, in the year 2014, a new generalization of the Lucas Sequence was defined by Bilgici [5]. He also gave some crucial properties and relationship between the two said generalized sequences.

Definition 1.1 (Uygun and Owusu, 2016). For any natural number n and nonzero real numbers a and b, the generalized bi-periodic Jacobsthal sequence $\{\hat{j}_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined recursively by

$$\hat{j}_0 = 0,\ \hat{j}_1 = 1, \quad \hat{j}_n = \begin{cases} a\hat{j}_{n-1}+2\hat{j}_{n-2} & if\ n\ is\ even \\ b\hat{j}_{n-1}+2\hat{j}_{n-2} & if\ n\ is\ odd \end{cases} \quad (n \geq 2). \tag{1}$$

Definition 1.2 Let n be a natural number. For any nonzero real numbers a and b, the generalized bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence $\{\hat{c}_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined recursively by

$$\hat{c}_0 = 2,\ \hat{c}_1 = a,\quad \hat{c}_n = \begin{cases} b\hat{c}_{n-1}+2\hat{c}_{n-2} & if\ n\ is\ even \\ a\hat{c}_{n-1}+2\hat{c}_{n-2} & if\ n\ is\ odd \end{cases} \quad (n \geq 2). \tag{2}$$

If we take $a = b = 1$ then we have the classic Jacobsthal Lucas sequence. and if we choose *a=b=k*, we get Jacobsthal Lucas sequence. In this paper, we study numerous new properties of these sequences.

Theorem 1.1 (Uygun and Owusu, 2016). *(Generating function)* The generating function for bi-periodic Jacobsthal sequence is given by

$$J(x) = \frac{x(1+ax-2x^2)}{1-(ab+4)x^2+4x^4}.$$

Theorem 1.2 (Uygun and Owusu, 2016). *(Binet formula)* For every n belonging to the set of natural numbers, the Binet formula for the bi-periodic Jacobsthal sequence is given by;

$$\hat{J}_n = \frac{a^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right) \tag{3}$$

Theorem 1.3 *(Generating function)* The generating function for bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence is given by

$$C(x) = \frac{2+ax-(ab+4)x^2+2ax^3}{1-(ab+4)x^2+4x^4}.$$

Theorem 1.4 *(Binet formula)* For every n belonging to the set of natural numbers, the Binet formula for the bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence is given by:

$$\hat{c}_n = \frac{a^{\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor}}(\alpha^n+\beta^n) \tag{4}$$

Now in this paper, we study the bi-periodic Jacobsthal and the bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence in a much broader way to obtain some new crucial identities and properties of the generalized Jacobsthal and the generalized Jacobsthal Lucas sequences.

2 MAIN RESULTS

Lemma 2.1 α and β satisfy the following properties:

1. $(\alpha+2)(\beta+2) = 4$
2. $\alpha+\beta = ab$
3. $\alpha\beta = -2ab$

4. $\alpha + 2 = \frac{\alpha^2}{ab}, \quad \beta + 2 = \frac{\beta^2}{ab}$
5. $-\beta(\alpha + 2) = 2\alpha, \quad -\alpha(\beta + 2) = 2\beta$

Lemma 2.2 The bi-periodic Jacobsthal sequence satisfies the following properties:

a) $\hat{\jmath}_{2n} = (ab + 4)\hat{\jmath}_{2n-2} - 4\hat{\jmath}_{2n-4}$

b) $\hat{\jmath}_{2n+1} = (ab + 4)\hat{\jmath}_{2n-1} - 4\hat{\jmath}_{2n-3}$

Lemma 2.3 The bi-periodic Jacobsthal Lucas sequence satisfies the following properties:

a) $\hat{c}_{2n} = (ab + 4)\hat{c}_{2n-2} - 4\hat{c}_{2n-4}$

b) $\hat{c}_{2n+1} = (ab + 4)\hat{c}_{2n-1} - 4\hat{c}_{2n-3}$

The relationship between positive terms and their corresponding negative terms of the bi-periodic Jacobsthal sequence

Theorem 2.1 For any integer n, the generalized Jacobsthal sequence $\{\hat{\jmath}_m\}_{m=0}^{\infty}$ and the generalized Jacobsthal Lucas sequence $\{\hat{c}_m\}_{m=0}^{\infty}$ satisfy the following relations:

$$\hat{c}_m = 2\hat{\jmath}_{m-1} + \hat{\jmath}_{m+1}$$

and

$$(ab + 8)\hat{\jmath}_m = 2\hat{c}_{m-1} + \hat{c}_{m+1}.$$

Proof. By noting that

$$\left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor + 1 = \left\lfloor \frac{m+1}{2} \right\rfloor \quad and \; 1 - \xi(m-1) = 1 - \xi(m+1) = \xi(m)$$

It is obtained that

$$2\hat{\jmath}_{m-1} + \hat{\jmath}_{m+1} = \frac{2a^{1-\xi(m-1)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor}} \left(\frac{\alpha^{m-1} - \beta^{m-1}}{\alpha - \beta} \right) + \frac{a^{1-\xi(m+1)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m+1}{2} \right\rfloor}} \left(\frac{\alpha^{m+1} - \beta^{m+1}}{\alpha - \beta} \right)$$

$$= \frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor}} \frac{1}{\alpha - \beta} \left[(2\alpha^{m-1} - 2\beta^{m-1}) + \left(\frac{\alpha^{m+1}}{ab} - \frac{\beta^{m+1}}{ab} \right) \right]$$

$$= \frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor}} \frac{1}{\alpha - \beta} \left[\alpha^m \left(\frac{2}{\alpha} + \frac{\alpha}{ab} \right) - \beta^m \left(\frac{2}{\beta} + \frac{\beta}{ab} \right) \right]$$

$$= \frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor}} \frac{1}{\alpha - \beta} \left[\alpha^{m-1} \left(\frac{\alpha^2 - \alpha\beta}{ab} \right) - \beta^{m-1} \left(\frac{\beta^2 - \alpha\beta}{ab} \right) \right]$$

$$= \frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m-1}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha - \beta}\left[\alpha^m\left(\frac{\alpha - \beta}{ab}\right) - \beta^m\left(\frac{\beta - \alpha}{ab}\right)\right]$$

$$= \frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m-1}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{ab}\left\{\frac{1}{\alpha - \beta}[\alpha^m(\alpha - \beta) + \beta^m(\alpha - \beta)]\right\}$$

$$= \frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^m + \beta^m) = \hat{c}_m$$

So the proof is completed.

Theorem 2.2. For all integers m and n, we have

$$2\hat{c}_{m+n} = (\alpha - \beta)^2\left(\frac{1}{a^2}\right)^{\xi(m+1)\xi(n+1)}\left(\frac{1}{ab}\right)^{1-\xi(m+1)\xi(n+1)}\hat{j}_m\hat{j}_n + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n)}\hat{c}_m\hat{c}_n$$

Proof.

$$\hat{c}_{m+n} = \frac{a^{\xi(m+n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{m+n} + \beta^{m+n}).$$

$$\hat{j}_m\hat{j}_n = \left(\frac{a^{1-\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^m - \beta^m}{\alpha - \beta}\right)\left(\frac{a^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^n - \beta^n}{\alpha - \beta}\right)$$

$$= \frac{a^{2-[\xi(m)+\xi(n)]}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{(\alpha - \beta)^2}[\alpha^{m+n} - \alpha^m\beta^n - \alpha^n\beta^m + \beta^{m+n}].$$

$$\hat{c}_m\hat{c}_n = \left(\frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^m + \beta^m)\right)\left(\frac{a^{\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^n + \beta^n)\right)$$

$$= \frac{a^{\xi(m)+\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n} + \alpha^m\beta^n + \alpha^n\beta^m + \beta^{m+n}].$$

If both m and n are even, $m + n$ is also even, then we have

$$\hat{c}_{m+n} = \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{m+n} + \beta^{m+n})$$

$$\frac{(\alpha-\beta)^2}{a^2}\hat{\jmath}_m\hat{\jmath}_n=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}-\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$\hat{c}_m\hat{c}_n=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$\frac{(\alpha-\beta)^2}{a^2}\hat{\jmath}_m\hat{\jmath}_n+\hat{c}_m\hat{c}_n=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(2\alpha^{m+n}+2\beta^{m+n})=2\hat{c}_{m+n}.$$

Now if both m and n are odd, then $m+n$ will be even and therefore

$$\hat{c}_{m+n}=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{m+n}+\beta^{m+n})$$

$$\frac{(\alpha-\beta)^2}{ab}\hat{\jmath}_m\hat{\jmath}_n=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+1}}[\alpha^{m+n}-\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$\frac{b}{a}\hat{c}_m\hat{c}_n=\frac{b}{a}\frac{a^2}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$\frac{(\alpha-\beta)^2}{ab}\hat{\jmath}_m\hat{\jmath}_n+\frac{b}{a}\hat{c}_m\hat{c}_n=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}\begin{Bmatrix}(\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n})\\+(\alpha^{m+n}-\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n})\end{Bmatrix}$$

$$=\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(2\alpha^{m+n}+2\beta^{m+n})=2\hat{c}_{m+n}.$$

Finally when m and n are such that one is even and the other odd, then $m+n$ is odd

$$\hat{c}_{m+n}=\frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{m+n}+\beta^{m+n})$$

$$\frac{(\alpha-\beta)^2}{ab}\hat{\jmath}_m\hat{\jmath}_n = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+1}}[\alpha^{m+n}-\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$
$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}-\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$\hat{c}_m\hat{c}_n = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}[\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n}]$$

$$\frac{(\alpha-\beta)^2}{ab}\hat{\jmath}_m\hat{\jmath}_n+\hat{c}_m\hat{c}_n = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}\begin{Bmatrix}(\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n+\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n})\\+(\alpha^{m+n}-\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m+\beta^{m+n})\end{Bmatrix}$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}(2\alpha^{m+n}+2\beta^{m+n}) = 2\hat{c}_{m+n}.$$

Theorem 2.3 For all integers m and n, we have

$$2\hat{\jmath}_{m+n} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)}\hat{\jmath}_m\hat{c}_n+\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)}\hat{\jmath}_n\hat{c}_m$$

Proof

$$\hat{\jmath}_{m+n} = \frac{a^{1-\xi(m+n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{m+n}-\beta^{m+n}}{\alpha-\beta}.$$

$$\hat{\jmath}_m\hat{c}_n = \left(\frac{a^{1-\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^m-\beta^m}{\alpha-\beta}\right)\left(\frac{a^{\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^n+\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a^{1-\xi(m)+\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}[\alpha^{m+n}+\alpha^m\beta^n-\alpha^n\beta^m-\beta^{m+n}].$$

$$\hat{\jmath}_n\hat{c}_m = \left(\frac{a^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)\left(\frac{a^{\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^m+\beta^m)\right)$$

$$= \frac{a^{1-\xi(n)+\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha-\beta}[\alpha^{m+n}+\alpha^{n}\beta^{m}-\alpha^{m}\beta^{n}-\beta^{m+n}].$$

When both m and n are even, $m+n$ is even and hence we obtain:

$$\hat{\jmath}_{m+n} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{\alpha^{m+n}-\beta^{m+n}}{\alpha-\beta}.$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_{m}\hat{c}_{n} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha-\beta}[\alpha^{m+n}+\alpha^{m}\beta^{n}-\alpha^{n}\beta^{m}-\beta^{m+n}].$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_{n}\hat{c}_{m} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha-\beta}[\alpha^{m+n}+\alpha^{n}\beta^{m}-\alpha^{m}\beta^{n}-\beta^{m+n}].$$

Therefore,

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_{m}\hat{c}_{n} + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_{n}\hat{c}_{m} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{2\alpha^{m+n}-2\beta^{m+n}}{\alpha-\beta}$$
$$= 2\hat{\jmath}_{m+n}$$

If both m and n are odd, then $m+n$ is even

$$\hat{\jmath}_{m+n} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{\alpha^{m+n}-\beta^{m+n}}{\alpha-\beta}.$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_{m}\hat{c}_{n} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor-1}} \frac{1}{\alpha-\beta}[\alpha^{m+n}+\alpha^{m}\beta^{n}-\alpha^{n}\beta^{m}-\beta^{m+n}]$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_{n}\hat{c}_{m} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha-\beta}[\alpha^{m+n}+\alpha^{n}\beta^{m}-\alpha^{m}\beta^{n}-\beta^{m+n}]$$

Therefore,

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_{m}\hat{c}_{n} + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_{n}\hat{c}_{m} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{2\alpha^{m+n}-2\beta^{m+n}}{\alpha-\beta}$$

$$= 2\hat{\jmath}_{m+n}$$

If m and n are such that one is odd and the other is even, we will break this side into two cases as follows.

If m is even and n is odd; $m+n$ is odd

$$\hat{\jmath}_{m+n} = \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{\alpha^{m+n} - \beta^{m+n}}{\alpha - \beta}$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n = \frac{b}{a} \frac{a^2}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha - \beta} [\alpha^{m+n} + \alpha^m\beta^n - \alpha^n\beta^m - \beta^{m+n}]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{\frac{m+n-1}{2}}} \frac{1}{\alpha - \beta} [\alpha^{m+n} + \alpha^n\beta^m - \alpha^m\beta^n - \beta^{m+n}]$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m = \frac{1}{(ab)^{\frac{m+n-1}{2}}} \frac{1}{\alpha - \beta} [\alpha^{m+n} + \alpha^n\beta^m - \alpha^m\beta^n - \beta^{m+n}]$$

Therefore,

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m$$

$$= 2\left\{\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n}{2}\right\rfloor}} \frac{\alpha^{m+n} - \beta^{m+n}}{\alpha - \beta}\right\} = 2\hat{\jmath}_{m+n}$$

And finally, if n is even and m is odd, $m+n$ is odd

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n = \frac{1}{(ab)^{\frac{m+n-1}{2}}} \frac{1}{\alpha - \beta} [\alpha^{m+n} + \alpha^m\beta^n - \alpha^n\beta^m - \beta^{m+n}]$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m = \frac{b}{a} \frac{a^2}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{m+1}{2}\right\rfloor}} \frac{1}{\alpha - \beta} [\alpha^{m+n} + \alpha^n\beta^m - \alpha^m\beta^n - \beta^{m+n}]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{\frac{m+n-1}{2}}} \frac{1}{\alpha - \beta} [\alpha^{m+n} + \alpha^n\beta^m - \alpha^m\beta^n - \beta^{m+n}]$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m = \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m+n}{2} \right\rfloor}} \frac{2\alpha^{m+n} - 2\beta^{m+n}}{\alpha - \beta}$$

$$= 2\left\{ \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor \frac{m+n}{2} \right\rfloor}} \frac{\alpha^{m+n} - \beta^{m+n}}{\alpha - \beta} \right\} = 2\hat{\jmath}_{m+n}$$

If we put $a = b = 1$ into Theorem 2.2 and Theorem 2.3 we obtain the following formulas for the classical Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences.

$$c_{m+n} = \frac{1}{2}(9j_m j_n + c_m c_n)$$

and

$$j_{m+n} = \frac{1}{2}(j_m c_n + j_n c_m).$$

Corollary 2.1 For all integers m and n, we have

$$\hat{\jmath}_{m-n} = \frac{(-1)^n}{2^n}\left[\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n - \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m\right]$$

Proof : If we take n=-n in Theorem 2.3, we get

$$\hat{\jmath}_{m-n} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(-n)} \hat{\jmath}_m \left(\frac{1}{(-1)^n 2^n}\hat{c}_n\right) + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(-n+1)} \left(\frac{1}{(-1)^{n+1}2^n}\hat{\jmath}_n\right)\hat{c}_m\right]$$

$$= \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{(-1)^n 2^n}\left[\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n + \frac{1}{(-1)^1}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m\right]$$

$$= \frac{(-1)^n}{2^{n+1}}\left[\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)} \hat{\jmath}_m \hat{c}_n - \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_n \hat{c}_m\right]$$

Corollary 2.2 For all integers m and n, we have

$$\hat{c}_{m-n} = \frac{(-1)^n}{2^{n+1}}\left[\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m)\xi(n)} \hat{c}_m \hat{c}_n - (a^2b^2 + 8ab)\left(\frac{1}{a^2}\right)^{\xi(m+1)\xi(n+1)} \left(\frac{1}{ab}\right)^{1-\xi(m+1)\xi(n+1)} \hat{\jmath}_m \hat{\jmath}_n\right].$$

By putting $a = b = 1$ into Corollary 2.1 and Corollary 2.2 we obtain following formulas, which are true for the classical Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences.

$$c_{m-n} = \frac{(-1)^n}{2^{n+1}}(c_m c_n - 9j_m j_n)$$

and

$$j_{m-n} = \frac{(-1)^n}{2^{n+1}}(j_m c_n - j_n c_m).$$

Corollary 2.3 For any integer n, we have

$$\hat{c}_{2n} = \frac{1}{2}\left[(a^2b^2 + 8ab)\left(\frac{1}{a^2}\right)^{\xi(n+1)}\left(\frac{1}{ab}\right)^{\xi(n)}\hat{j}_n{}^2 + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}\hat{c}_n{}^2\right]$$

and

$$\hat{j}_{2n} = \hat{j}_n\hat{c}_n.$$

Putting $m=n$ into Theorem 2.2 and Theorem 2.3 gives the result.

Corollary 2.4. For any integer n, we have

$$\hat{j}_{n+1} = \frac{1}{2}\left(\hat{c}_n + a^{\xi(n)}b^{\xi(n+1)}\hat{j}_n\right)$$

and

$$\hat{c}_{n+1} = \frac{1}{2}\left[(ab+8)\hat{j}_n + a^{\xi(n+1)}b^{\xi(n)}\hat{c}_n\right].$$

Putting $m = 1$ into Theorem 2.2 and Theorem 2.3, we have the result

Theorem 2.3. For all integers, m and n, we have

$$\hat{c}_{2m}\hat{c}_{2n} = a^{-2\xi(m+n+1)}(ab)^{-\xi(m+n)}(a^2b^2 + 8ab)\hat{j}^2{}_{m+n} + 2^{2n}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+n)}\hat{c}^2{}_{m-n}$$

or

$$\hat{c}_{2m}\hat{c}_{2n} = 2^{2n}a^{-2\xi(m+n+1)}(ab)^{-\xi(m+n)}(a^2b^2 + 8ab)\hat{j}^2{}_{m-n} + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+n)}\hat{c}^2{}_{m+n}$$

Proof

$$a^{-2\xi(m+n+1)}(ab)^{-\xi(m+n)}(a^2b^2 + 8ab)\hat{j}^2{}_{m+n}$$

$$= a^{-2\xi(m+n+1)}(ab)^{-\xi(m+n)}\frac{a^{2\xi(m+n+1)}}{(ab)^{m+n-\xi(m+n)}}(\alpha^{m+n}-\beta^{m+n})^2$$

$$= \frac{\alpha^{2m+2n}+\beta^{2m+2n}-2(\alpha\beta)^{m+n}}{(ab)^{m+n}}$$

$$2^{2n}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+n)}\hat{c}^2{}_{m-n} = 2^{2n}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+n)}\frac{a^{2\xi(m-n)}}{(ab)^{m-n+1-\xi(m-n+1)}}(\alpha^{m-n}+\beta^{m-n})^2$$

$$= 2^{2n}\frac{(\alpha^{m-n}+\beta^{m-n})^2}{a^{m-n+1-\xi(m-n+1)+\xi(m+n)-2\xi(m-n)}b^{m-n+1-\xi(m-n+1)-\xi(m+n)}}$$

$m-n+1-\xi(m-n+1)+\xi(m+n)-2\xi(m-n) = m-n$

Therefore

$$2^{2n}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+n)}\hat{c}^2{}_{m-n} = 2^{2n}\frac{\alpha^{2m-2n}+\beta^{2m-2n}+2(\alpha\beta)^{m-n}}{(ab)^{m-n}}$$

So

$$a^{-2\xi(m+n+1)}(ab)^{-\xi(m+n)}(a^2b^2+8ab)J^2{}_{m+n} + 2^{2n}\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+n)}\hat{c}^2{}_{m-n}$$

$$= \frac{\alpha^{2m+2n}+\beta^{2m+2n}-2(\alpha\beta)^{m+n}}{(ab)^{m+n}} + 2^{2n}\frac{\alpha^{2m-2n}+\beta^{2m-2n}+2(\alpha\beta)^{m-n}}{(ab)^{m-n}}$$

$$= \frac{\alpha^{2m+2n}+\beta^{2m+2n}-2(\alpha\beta)^{m+n}+2^{2n}(2ab)^{2n}(\alpha^{2m-2n}+\beta^{2m-2n}+2(\alpha\beta)^{m-n})}{(ab)^{m+n}}$$

$$= \frac{\alpha^{2m+2n}+\beta^{2m+2n}-2(\alpha\beta)^{m+n}+\left(-\frac{2\alpha\beta}{2}\right)^{2n}\alpha^{2m-2n}+\left(-\frac{2\alpha\beta}{2}\right)^{2n}\beta^{2m-2n}+2(2)^{2n}(ab)^{2n}(\alpha\beta)^{m-n}}{(ab)^{m+n}}$$

$$= \frac{\alpha^{2m+2n} + \beta^{2m+2n} + \alpha^{2m}\beta^{2n} + \alpha^{2n}\beta^{2m} - 2(-2ab)^{m+n} + 2(2ab)^{2n}(-2ab)^{m-n}}{(ab)^{m+n}}$$

$$= \hat{c}_{2m}\hat{c}_{2n}$$

which completes the proof.

Theorem 2.4. For any integer n, we have

$$\hat{c}_n\hat{c}_{n+2} - (ab+8)\,\hat{j}_{n-1}\,\hat{j}_{n+3} = (-2)^{n-1}\,a^{1+\xi(n)}b^{\xi(n+1)}(ab+6)$$

Proof.

$$\hat{c}_n\hat{c}_{n+2} - (ab+8)\,\hat{j}_{n-1}\,\hat{j}_{n+3} = \frac{1}{a^{\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}} * \frac{1}{a^{\lfloor\frac{n+2}{2}\rfloor}b^{\lfloor\frac{n+3}{2}\rfloor}}(\alpha^n+\beta^n)(\alpha^{n+2}+\beta^{n+2})$$

$$-\frac{(ab+8)}{(\alpha-\beta)^2}\frac{1}{a^{\lfloor\frac{n-2}{2}\rfloor}b^{\lfloor\frac{n-1}{2}\rfloor}}\frac{1}{a^{\lfloor\frac{n+2}{2}\rfloor}b^{\lfloor\frac{n+3}{2}\rfloor}}(\alpha^{n-1}-\beta^{n-1})(\alpha^{n+3}-\beta^{n+3})$$

$$\hat{c}_n\hat{c}_{n+2} - (ab+8)\,\hat{j}_{n-1}\,\hat{j}_{n+3}$$

$$= \frac{(\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}+\alpha^n\beta^{n+2}+\alpha^{n+2}\beta^n)}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)} - \frac{(\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}-\alpha^{n-1}\beta^{n+3}-\alpha^{n+3}\beta^{n-1})}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)}$$

$$= \frac{\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}+\alpha^n\beta^n(\beta^2+\alpha^2) - \left[\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}-\alpha^n\beta^n\left(\frac{\beta^3}{\alpha}+\frac{\alpha^3}{\beta}\right)\right]}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)}$$

$$= \frac{\alpha^n\beta^n\left[\beta^2\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)+\alpha^2\left(1+\frac{\alpha}{\beta}\right)\right]}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)} = \frac{\alpha^n\beta^n\left[\beta^2\left(\frac{\alpha+\beta}{\alpha}\right)+\alpha^2\left(\frac{\beta+\alpha}{\beta}\right)\right]}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)}$$

$$= \frac{\alpha^n\beta^n\left[(\alpha+\beta)\left(\frac{\beta^2}{\alpha}+\frac{\alpha^2}{\beta}\right)\right]}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)} = \frac{\alpha^n\beta^n\left[(\alpha+\beta)\left(\frac{\beta^3+\alpha^3}{\alpha\beta}\right)\right]}{a^{2\lfloor\frac{n}{2}\rfloor}b^{2\lfloor\frac{n+1}{2}\rfloor}(ab)}$$

$$= \frac{(\alpha\beta)^n \left[ab\left(\frac{\beta^3+\alpha^3}{-2ab}\right)\right]}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}(ab)}$$

$$= \frac{(\alpha\beta)^n \left[\frac{1}{-2}(\alpha+\beta)[(\alpha+\beta)^2-3\alpha\beta]\right]}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}(ab)}$$

$$= \frac{(\alpha\beta)^n \left[\frac{1}{-2}ab[(ab)^2-3(-2ab)]\right]}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}(ab)} = \frac{(\alpha\beta)^n \left[\frac{1}{-2}[(ab)^2+6ab]\right]}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}$$

$$= \frac{ab}{-2}\frac{(-2ab)^n(ab+6)}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}} = (-2)^{n-1}\frac{(ab)^{n+1}(ab+6)}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}$$

$$= (-2)^{n-1} a^{1+n-2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor} \beta^{n+1-2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}(ab+6)$$

$$= (-2)^{n-1}\, a^{1+\xi(n)} b^{\xi(n+1)}(ab+6)$$

Theorem 2.5 For any integer n, we have

$$\hat{\jmath}_{4n+1} - 2^{2n} = \left(\frac{b}{a}\right)\hat{c}_{2n+1}\,\hat{\jmath}_{2n}$$

and

$$\hat{\jmath}_{4n+3} - 2^{2n+1} = \left(\frac{b}{a}\right)\hat{c}_{2n+1}\,\hat{\jmath}_{2n+2}.$$

Proof :

$$\hat{c}_{2n+1}\,\hat{\jmath}_{2n+2} = \left(\frac{a^{\xi(2n+1)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n+2}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{2n+1}+\beta^{2n+1})\right)\left(\frac{a^{1-\xi(2n+2)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n+2}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2n+2}-\beta^{2n+2}}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a^2}{(ab)^{2n+2}}\left(\frac{\alpha^{4n+3}-\beta^{4n+3}-\alpha^{2n+1}\beta^{2n+2}+\beta^{2n+1}\alpha^{2n+2}}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a^2}{(ab)^{2n+2}}\left(\frac{\alpha^{4n+3} - \beta^{4n+3} + \alpha^{2n+1}\beta^{2n+1}(\alpha - \beta)}{\alpha - \beta}\right)$$

$$= \frac{a}{b}\frac{ab}{(ab)^{2n+2}}\frac{\alpha^{4n+3} - \beta^{4n+3}}{\alpha - \beta} + \frac{a}{b}\frac{ab}{(ab)^{2n+2}}\frac{(\alpha\beta)^{2n+1}(\alpha - \beta)}{\alpha - \beta}$$

$$= \frac{a}{b}\frac{1}{(ab)^{2n+1}}\frac{\alpha^{4n+3} - \beta^{4n+3}}{\alpha - \beta} + \frac{a}{b}\frac{1}{(ab)^{2n+1}}(-2ab)^{2n+1}$$

$$= \frac{a}{b}\frac{a^{1-\xi(4n+3)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{4n+3}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{4n+3} - \beta^{4n+3}}{\alpha - \beta} + \frac{a}{b}(-2)^{2n+1}$$

$$= \frac{a}{b}\hat{\jmath}_{4n+3} - \frac{a}{b}2^{2n+1}$$

which completes the proof.

Now if we take $a = b = 1$, the following formulas are true for the classical Jacobsthal and Jacobsthal Lucas numbers:

$$j_{4n+1} - 2^{2n} = c_{2n+1}j_{2n}$$

and

$$j_{4n+3} - 2^{2n+1} = c_{2n+1}j_{2n+2}.$$

Theorem 2.6. For any integer n, we have

$$2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}\hat{c}^2{}_n + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)}\hat{c}^2{}_{n+1} = (ab+8)\hat{\jmath}_{2n+1}$$

Proof. By noting the second representation of the Binet formula as

$$\hat{c}_n = \frac{1}{a^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}b^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^n + \beta^n),$$

we proceed with the proof as follows:

$$2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}\hat{c}^2{}_n + \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)}\hat{c}^2{}_{n+1}$$

$$= 2\left(\frac{b}{a}\right)^{n-2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}\frac{1}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{2n}+\beta^{2n}+2(\alpha\beta)^{n})$$

$$+\left(\frac{b}{a}\right)^{n+1-2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}\frac{1}{a^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}b^{2\left\lfloor\frac{n+2}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}+2(\alpha\beta)^{n+1})$$

$$= \frac{1}{a^{2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+n-2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}b^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor-n+2\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{2n}+\beta^{2n}+2(\alpha\beta)^{n})$$

$$+\frac{1}{a^{2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor+n+1-2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}b^{2\left\lfloor\frac{n+2}{2}\right\rfloor-n-1+2\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}+2(\alpha\beta)^{n+1})$$

$$2\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}\hat{c}^{2}{}_{n}+\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n+1)}\hat{c}^{2}{}_{n+1}$$

$$= \frac{2}{(ab)^{n}}(\alpha^{2n}+\beta^{2n}+2(\alpha\beta)^{n})+\frac{1}{(ab)^{n+1}}(\alpha^{2n+2}+\beta^{2n+2}+2(\alpha\beta)^{n+1})$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\left[(2\alpha^{2n}+2\beta^{2n}+4(\alpha\beta)^{n})+\frac{\alpha^{2n+2}}{ab}+\frac{\beta^{2n+2}}{ab}+\frac{2(\alpha\beta)^{n+1}}{ab}\right]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\left[\alpha^{2n}\left(2+\frac{\alpha^{2}}{ab}\right)+\beta^{2n}\left(2+\frac{\beta^{2}}{ab}\right)+2(\alpha\beta)^{n}\left(2+\frac{\alpha\beta}{ab}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\left[\alpha^{2n}\left(\frac{-\alpha\beta+\alpha^{2}}{ab}\right)+\beta^{2n}\left(\frac{-\alpha\beta+\beta^{2}}{ab}\right)+2(\alpha\beta)^{n}\left(\frac{-\alpha\beta+\alpha\beta}{ab}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\left[\alpha^{2n+1}\left(\frac{\alpha-\beta}{ab}\right)-\beta^{2n+1}\left(\frac{\alpha-\beta}{ab}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}(\alpha^{2n+1}-\beta^{2n+1})\left(\frac{\alpha-\beta}{ab}\right)$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\left(\frac{\alpha^{2n+1}-\beta^{2n+1}}{\alpha-\beta}\right)\frac{(\alpha-\beta)^{2}}{ab}$$

$$= (ab+8)\hat{\imath}_{2n+1}.$$

Theorem 2.7. For any integer n, we have

$$2\hat{\jmath}_{2n+1} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} \hat{\jmath}_{n+1}\hat{c}_{n+2} - b\hat{\jmath}_{n+2}\hat{c}_n + (-2)^n(ab-2).$$

Proof:

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} \hat{\jmath}_{n+1}\hat{c}_{n+2} - b\hat{\jmath}_{n+2}\hat{c}_n$$

$$= \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)} \left(\frac{1}{a^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}b^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}} \frac{\alpha^{n+1}-\beta^{n+1}}{\alpha-\beta}\right)\left(\frac{1}{a^{\left\lfloor\frac{n+2}{2}\right\rfloor}b^{\left\lfloor\frac{n+3}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{n+2}+\beta^{n+2})\right)$$
$$- b\left(\frac{1}{a^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}b^{\left\lfloor\frac{n+2}{2}\right\rfloor}} \frac{\alpha^{n+2}-\beta^{n+2}}{\alpha-\beta}\right)\left(\frac{1}{a^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}b^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{n}+\beta^{n})\right)$$

$$= \frac{1}{a^{\xi(n)+\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+2}{2}\right\rfloor}b^{-\xi(n)+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+3}{2}\right\rfloor}}\left(\frac{\alpha^{n+1}-\beta^{n+1}}{\alpha-\beta}\right)(\alpha^{n+2}+\beta^{n+2})$$
$$- \frac{1}{a^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}b^{-1+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{n+2}{2}\right\rfloor}}\left(\frac{\alpha^{n+2}-\beta^{n+2}}{\alpha-\beta}\right)(\alpha^{n}+\beta^{n})$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n+1}}\frac{1}{\alpha-\beta}(\alpha^{2n+3}-\beta^{2n+3}+\alpha^{n+1}\beta^{n+2}-\alpha^{n+2}\beta^{n+1})$$
$$- \frac{1}{(ab)^{n}}\frac{1}{\alpha-\beta}(\alpha^{2n+2}-\beta^{2n+2}+\alpha^{n+2}\beta^{n}-\alpha^{n}\beta^{n+2})$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left[\frac{\alpha^{2n+3}-\beta^{2n+3}+\alpha^{n+1}\beta^{n+2}-\alpha^{n+2}\beta^{n+1}}{ab}+\alpha^{2n+2}-\beta^{2n+2}+\alpha^{n+2}\beta^{n}\right.$$
$$\left.-\alpha^{n}\beta^{n+2}\right]$$

$$= \frac{1}{(ab)^{n}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left[\alpha^{2n+1}\left(\frac{\alpha^2}{ab}-\alpha\right)-\beta^{2n+1}\left(\frac{\beta^2}{ab}-\beta\right)+(\alpha\beta)^{n}\left(\frac{\alpha\beta^2-\alpha^2\beta}{ab}-\alpha^2+\beta^2\right)\right]$$

By using the property of $\alpha^2 - \alpha ab - 2ab = 0$, it is obtained that

$$= \frac{1}{(ab)^n}\frac{1}{\alpha - \beta}[2(\alpha^{2n+1} - \beta^{2n+1}) + (\alpha\beta)^n(-2\beta + 2\alpha - (\alpha - \beta)(\alpha + \beta)]$$

$$= 2\hat{\jmath}_{2n+1} + (-2)^n(2 - ab)$$

Theorem 2.8. For any integer n, we have

$$(\alpha - \beta)^2\hat{\jmath}_{2n+3}\hat{\jmath}_{2n-3} = \hat{c}_{4n} - (-2)^{2n-3}\hat{c}_6.$$

Proof.

$$(\alpha - \beta)^2\hat{\jmath}_{2n+3}\hat{\jmath}_{2n-3}$$

$$= (\alpha - \beta)^2\left(\frac{a^{1-\xi(2n+3)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n+3}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2n+3} - \beta^{2n+3}}{\alpha - \beta}\right)\left(\frac{a^{1-\xi(2n-3)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n-3}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2n-3} - \beta^{2n-3}}{\alpha - \beta}\right)$$

$$= \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n+3}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{2n-3}{2}\right\rfloor}}\left(\alpha^{4n} + \beta^{4n} - \alpha^{2n-3}\beta^{2n-3}(\alpha^6 + \beta^6)\right)$$

$$= \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n+3}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{2n-3}{2}\right\rfloor}}\left(\alpha^{4n} + \beta^{4n} - (-2ab)^{2n-3}(\alpha^6 + \beta^6)\right)$$

$$= \frac{1}{(ab)^{2n}}(\alpha^{4n} + \beta^{4n}) - (-2)^{2n-3}(ab)^{2n-3}\frac{1}{(ab)^{2n}}(\alpha^6 + \beta^6)$$

$$= \frac{a^{\xi(4n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{4n+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^{4n} + \beta^{4n}) - (-2)^{2n-3}\frac{a^{\xi(6)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{6+1}{2}\right\rfloor}}(\alpha^6 + \beta^6)$$

$$= \hat{c}_{4n} - (-2)^{2n-3}\hat{c}_6$$

Theorem 2.9. For any two integers m and n, we have

$$\hat{\jmath}_{3n} = \hat{\jmath}_n[C_{2n} + (-2)^n].$$

$$\hat{\jmath}_{3n} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}\hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n - (-2)^n J_n.$$

$$\hat{\jmath}_{2m+n} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)}\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} + (-2)^m\hat{\jmath}_n.$$

Proof (1).

$$\hat{\jmath}_n\hat{c}_{2n} = \left(\frac{a^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\right)\left(\frac{a^{\xi(2n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n+1}{2}\right\rfloor}}\right)(\alpha^{2n}+\beta^{2n})\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a^{\xi(n+1)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{2n+1}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}(\alpha^{3n}-\beta^{3n}+\alpha^n\beta^{2n}-\alpha^{2n}\beta^n)$$

$$= \frac{a^{\xi(n+1)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{3n}-\beta^{3n}-\alpha^n\beta^n(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a^{\xi(n+1)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{3n}-\beta^{3n}}{\alpha-\beta} - \frac{a^{\xi(n+1)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}(-2ab)^n\frac{(\alpha^n-\beta^n)}{\alpha-\beta}$$

$$= \frac{a^{\xi(n+1)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{3n}-\beta^{3n}}{\alpha-\beta} - (-2)^n\frac{a^{1-\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\frac{(\alpha^n-\beta^n)}{\alpha-\beta}$$

$$= \hat{\jmath}_{3n} - (-2)^n\hat{\jmath}_n.$$

which completes the proof.

Proof (2).

$$\hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n = \left(\frac{a^{1-\xi(2n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2n}{2}\right\rfloor}}\right)\left(\frac{a^{\xi(n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}\right)(\alpha^n+\beta^n)\left(\frac{\alpha^{2n}-\beta^{2n}}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a^{1+\xi(n)}}{(ab)^{n+\left\lfloor\frac{n+1}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}(\alpha^{3n}-\beta^{3n}+\alpha^{2n}\beta^n-\alpha^n\beta^{2n})$$

If n is odd,

$$\hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n = \frac{a^2}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor+1}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{3n}-\beta^{3n}+\alpha^n\beta^n(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{b}\frac{ab}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor+1}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{3n}-\beta^{3n}+(-2ab)^n(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{b}\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{3n}-\beta^{3n}}{\alpha-\beta} + \frac{a}{b}\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor-n}}(-2)^n\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a}{b}\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{3n}-\beta^{3n}}{\alpha-\beta} + \frac{a}{b}(-2)^n\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a}{b}\hat{\jmath}_{3n} + \frac{a}{b}(-2)^n\hat{\jmath}_n.$$

Therefore

$$\frac{b}{a}\hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n = \hat{\jmath}_{3n} + (-2)^n\hat{\jmath}_n$$

Now if n is even,

$$\hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{3n}-\beta^{3n}-\alpha^n\beta^n(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{3n}-\beta^{3n}-(-2ab)^n(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{3n}-\beta^{3n}}{\alpha-\beta} - \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor-n}}(-2)^n\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{3n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{3n}-\beta^{3n}}{\alpha-\beta} - (-2)^n\frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \hat{\jmath}_{3n} - (-2)^n\hat{\jmath}_n.$$

Therefore

$$\hat{\jmath}_{3n} = \hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n + (-2)^n\hat{\jmath}_n.$$

By condensing all the above cases, we obtain

$$\hat{\jmath}_{3n} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(n)}\hat{\jmath}_{2n}\hat{c}_n - (-2)^n\hat{\jmath}_n$$

which completes the proof.

Proof (3):

$$\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} = \left(\frac{a^{1-\xi(m)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor}}\right)\left(\frac{a^{\xi(m+n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}\right)(\alpha^{m+n}+\beta^{m+n})\left(\frac{\alpha^m-\beta^m}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a^{1-\xi(m)+\xi(m+n)}}{(ab)^{\left\lfloor\frac{m}{2}\right\rfloor+\left\lfloor\frac{m+n+1}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}(\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}+\alpha^m\beta^{m+n}-\alpha^{m+n}\beta^m)$$

If both m and n are even, $m+n$ is even as well and hence we have

$$\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}-\alpha^m\beta^m(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}}{\alpha-\beta} - (-2)^m\frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor-m}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \hat{\jmath}_{2m+n} - (-2)^m\hat{\jmath}_n.$$

If m and n are both odd, $m+n$ is even and hence we have

$$\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} = \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}-\alpha^m\beta^m(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}}{\alpha-\beta} - (-2)^m\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor-m}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \hat{\jmath}_{2m+n} - (-2)^m\hat{\jmath}_n.$$

If m is odd and n is even, then $m+n$ is odd and hence we have

$$\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} = \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}-\alpha^m\beta^m(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}}{\alpha-\beta} - (-2)^m\frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor-m}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \hat{\jmath}_{2m+n} - (-2)^m\hat{\jmath}_n.$$

Finally, if m is even and n is odd, $m+n$ is odd and hence

$$\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} = \frac{a^2}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor+1}}\frac{1}{\alpha-\beta}(\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}+\alpha^m\beta^{m+n}-\alpha^{m+n}\beta^m)$$

$$= \frac{a}{b}\frac{ab}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor+1}}\frac{1}{\alpha-\beta}\left(\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}-\alpha^m\beta^m(\alpha^n-\beta^n)\right)$$

$$= \frac{a}{b}\frac{1}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor}}\frac{\alpha^{2m+n}-\beta^{2m+n}}{\alpha-\beta} - \frac{a}{b}(-2)^m\frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{2m+n}{2}\right\rfloor-m}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a}{b}\hat{\jmath}_{2m+n} - \frac{a}{b}(-2)^m\frac{a}{(ab)^{\left\lfloor\frac{n}{2}\right\rfloor}}\left(\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta}\right)$$

$$= \frac{a}{b}\hat{\jmath}_{2m+n} - \frac{a}{b}(-2)^m\hat{\jmath}_n.$$

Hence by condensing the above cases with the help of the parity function, we have

$$\hat{\jmath}_{2m+n} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\xi(m+1)\xi(n)}\hat{\jmath}_m\hat{c}_{m+n} + (-2)^m\hat{\jmath}_n$$

which completes the proof.

REFERENCES

1) T. Koshy, Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, John Wiley and Sons Inc., NY 2001.

2) A. F. Horadam, Jacobsthal representation numbers, The Fibonacci Quarterly.,37(2), 1999, 40-54.

3) M. Edson, O. Yayenie, A new generalization of Fibonacci sequences and the extended Binet's formula, INTEGERS Electron. J. Comb. Number Theor., 9 2009, 639-654.

4) O. Yayenie, A note on generalized Fibonacci sequence, Appl. Math. Comput., 217 2011, 5603-5611

5) G. Bilgici, Two generalizations of Lucas sequence, Applied Mathematics and Computation, 245, 2014, 526-538.

6) A. Coskun, N.Taskara, The matrix sequence in terms of bi-periodic Fibonacci numbers, arXiv:1603.07487v2 [math.NT] 4 Apr 2016.

7) A. Coskun, N. Yilmaz, N.Taskara, A note on the bi-periodic Fibonacci and Lucas matrix sequences, arXiv:1604.00766v1 [math.NT] 4 Apr 2016.

8) S. Uygun, E. Owusu, A New Generalization of Jacobsthal Numbers (Bi-Periodic Jacobsthal Sequences), Journal of Mathematical Analysis 7(5), 2016, 28-39.

9) S. Uygun, E. Owusu, Matrix Representation of Bi-Periodic Jacobsthal, arXiv:1702.00604v1 [math.CO] 2 Feb 2017.

10) Jun S. P., Choi K.H, Some properties of the Generalized Fibonacci Sequence by Matrix Methods, Korean J. Math, 24(4), 2016, 681-691.

11) S. Uygun, H. Karatas, E. Akıncı, Relations ob bi-periodic Jacobsthal Sequence, TJMM, 10(2), (2018), 141-151.

12) Sukran Uygun, Hasan Karatas, A New Generalization of Pell-Lucas Numbers (Bi-Periodic Pell-Lucas Sequence), Communications in Mathematics and Applications, 10(3), 2019, 1-12.

HELİSEL SAVONİUS RÜZGÂR TÜRBİNİN PERFORMANSINA DAİRESEL UÇ PLAKANIN ETKİSİ

[1] Fahrettin GENCER, [2] Ahmet KAYA, *[3] Muhammed SAFA KAMER

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, düşey eksenli bir rüzgâr türbini çeşidi olan Savonius rüzgâr türbininin aerodinamik özelliklerine farklı boyutlardaki dairesel uç plakaların etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Kanat tipi olarak yarı dairesel kanat seçilmiş, kanatlara 180˚ helis açısı verilmiş ve kanat sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Solidworks programında tasarlanan farklı rüzgâr türbinleri 3D yazıcı aracılığıyla elde edilmiştir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan hava tünelinde 6 farklı geometri için 10 farklı hava hızında deneyler yapılmış ve bu deneylerin ortalaması alınmıştır. Her hızda; helisel Savonius rüzgâr türbinlerinin devir sayısı ve helisel Savonius rüzgâr türbinlerinin üzerine gelen sürüklenme kuvveti ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin ortalamalarından yararlanarak sürüklenme katsayısı ve kanat uç hız oranı hesaplanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda en iyi performansın; çap oranı 1 olan uç plakalı rüzgâr türbinine ait olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Savonius Rüzgâr Türbini, Uç Plaka Etkisi, Rüzgâr Enerjisi

THE EFFECT OF A CIRCULAR END PLATE ON THE PERFORMANCE OF HELICAL SAVONIUS WIND TURBINE

ABSTRACT

In this study, the effect of circular end plates of different sizes on the aerodynamic properties of the Savonius wind turbine, a vertical axis wind turbine, was investigated experimentally. The semi-circular wing was chosen as the wing type, 180˚ helical angle was given to the wings and the number of wings was determined as 3. Different wind turbines designed in the Solidworks program were obtained through 3D printer. Experiments were performed at 10 different air velocities for 6 different geometries in the air tunnel in the laboratory of the Mechanical Engineering Department of Kahramanmaraş Sütçü İmam University and the average of these experiments were taken. At every speed; The rotational speed of the helical Savonius wind turbines and the drift force over the helical Savonius wind turbines were measured. Using the averages of the measured values, the drag coefficient and wing tip speed ratio were calculated. As a result of the experiments, the best performance; The end plate wind turbine has a diameter ratio of 1.

Keywords: Savonius Wind Turbine, End Plate Effect, Wind Energy

1. GİRİŞ

Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir özelliğe sahip olup çevre bakımından temiz bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Rüzgâr enerjisini diğer enerji çeşitlerine dönüştüren teknoloji, diğer güç kaynaklarına oranla daha ekonomiktir. Taşıma sorunu bulunmayıp ve aynı zamanda kullanımı yüksek bir teknolojiyi gerektirmez. Buna göre rüzgâr gücü yoğunluğu iyi olan yerlerde rüzgâr enerji sistemleri kurularak büyük ekonomik yararlar sağlanmaktadır (İlkılıç, 2016). Günümüzde rüzgâr enerjisi kullanımı her geçen gün artmaktadır. Rüzgâr enerjisinden etkin şekilde faydalanabilmek için farklı rüzgâr türbinleri geliştirilmiştir. Savonius rüzgâr türbinleri de en çok kullanılan rüzgâr türbinlerinden biridir. Diğer düşey eksenli rüzgâr türbinlerine göre; düşük rüzgâr hızlarında iyi başlangıç karakteristiklerine sahip olması, yapımının kolay ve ucuz olması, rüzgârın yönünden bağımsız

olması ve kendi kendine ilk harekete başlaması gibi birçok üstünlüklere sahip olan Savonius rüzgâr türbinlerinin, aerodinamik performansı düşük olduğu için ilk uygulama alanları; havalandırma, su pompalama gibi kısıtlı alanlar olmuştur. Son yıllarda yapılan Savonius RT çalışmaları, aerodinamik performansın geliştirmesi yönünde olmuştur (Newman, 1974;Modi & Fernando 1989).

Literatürde Savonius rüzgâr türbinlerinin aerodinamik analizini sayısal ve deneysel olarak araştıran çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Aldoss ve Najjar (1985), Savonius çarkın performansı üzerine; "sallanan kanatlı çark" kullanarak deneysel bir çalışma yapmıştır. Çalışmalarında Savonius rüzgâr türbinin performansını, hem rüzgârın gerisinde hem de rüzgâra doğru çark kanatlarının bir uygun değer açı ile geriye doğru salınmasına müsaade etmeyerek geliştirmişlerdir. Saha ve Rajkumar (2005), düşük hıza sahip rüzgâr tünelinde; helis açısı verilmiş Savonius rüzgâr türbinini test ederek, klasik Savonius rüzgâr türbini ile performanslarını karşılaştırmışlardır. Yaptıkları deneylerden helis açısı verdikleri Savonius rüzgâr türbinin güç katsayısının 0.14 civarında olduğunu ve kendi kendine harekete başlama kabiliyetinin klasik Savonius rüzgâr türbinine göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Deda Altan (2006), rüzgâr hızını, çarkın güç verimini arttırmak ve aynı zamanda çarkın dış bükey yüzeyi üzerinde tesir eden negatif momenti engellemek için Savonius rüzgâr çarkının önüne bir yapay perde düzeneği yerleştirmiştir. Perde düzenekli çark ile en iyi sonuç elde edildiğini ve aynı zamanda performans katsayısının 0.38'e çıktığını belirlemiştir. Mahmoud vd. (2012), klasik geometride Savonius rüzgâr türbinlerinin en etkili çalışma prensiplerini belirlemek için sayısal ve deneysel olarak çalışma yapmışlardır. Klasik geometride 2 kanatlı rüzgâr türbininin, 3 ve 4 kanatlı rüzgâr türbinine göre daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca rüzgâr türbininin rotor boy/ en oranının 0.5 ile 5 arasında olduğu rüzgâr türbinlerini tasarlamışlar ve rüzgâr türbini rotor boy/en oranı arttıkça rüzgâr türbininin performansının arttığını belirlemişlerdir. Şahin (2015), rüzgâr türbini performansını iyileştirmek için klasik Savonius türbin etrafına 6 ve 8 adet yönlendirici plakalar yerleştirmiştir. Yönlendirici levhanın adet, uzunluk ve konumunun değişimi ile Savonius rüzgâr türbininin performansı hız oranı, tork ve momentum katsayılarını dikkate alarak incelemiştir. Çalışmasında 20° açı vererek oluşturduğu 6 adet yönlendirici plakanın en iyi sonucu verdiğini bulmuştur. Driss vd. (2015), klasik geometride Savonius rüzgâr türbinin kanatlarındaki örtüşme (kayma) oranının Savonius rüzgâr türbininin performansına olan etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. 4 farklı ötüşme oranı için 4 farklı geometri tasarlamışlar ve farklı hava hızlarında deney yapmışlardır. Bütün deneylerde ve hava hızlarında ötüşme oranı 0 olan geometri en yüksek güç katsayısı, devir sayısı ve tork katsayısına sahip olduğunu bulmuşlardır. Klasik geometride savonius rüzgâr türbinlerinin örtüşme oranı arttıkça güç performans değerleri azalma gösterdiğini bulmuşlardır. Lee vd. (2016), kanatlardaki helis (burulma) açısının, Savonius rüzgâr türbinin performansına olan etkisini deneysel ve sayısal olarak incelemişlerdir. Rüzgâr türbini etrafındaki akışı hesaplamak için Ansys-Fluent programını kullanmışlardır. 0°, 45°, 90° ve 135° helis açısı verilerek oluşturulan rüzgâr türbinlerinin deneyleri sonucunda en yüksek güç katsayısı 45° helis açısı verilerek tasarlanan Savonius rüzgâr türbinine ait olduğunu bulmuşlardır. Deda Altan vd. (2016), klasik Savonius rüzgâr türbinin gücünü ve verimliliğini artırmak için Savonius rüzgâr türbinine ek tasarımlar yapmışlardır. Bu ilave tasarımları kanat ucu ilavesi, düz kanat ilavesi ve kanat açısı olarak belirlemişlerdir. Geliştirilmiş ve geleneksel Savonius rüzgâr türbinlerinin üretimini, bir 3D yazıcı tarafından gerçekleştirmişlerdir. Savonius rüzgâr türbininin statik verilerini, hem sayısal hem de deneysel olarak elde etmişlerdir. Diğer taraftan dinamik verileri, sayısal analizler yoluyla elde etmişlerdir. Rüzgâr türbininin performans değerlerini daha sonra tüm bu verilere dayanarak hesaplamışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda, kanat ucu ilavesinin rüzgâr türbininin statik torkunu %10 artırdığını bulmuşlardır ve geliştirilen rüzgâr türbininin güç katsayısının %20 daha fazla olduğunu hesaplamışlardır. Alom ve Saha (2019), klasik Savonius rüzgâr türbinlerinde; yarım daire, benesh, modifiye bach ve eliptik kanat yapılarının performanslarını sayısal ve deneysel olarak incelemişlerdir. Eliptik kanada sahip rüzgâr türbinin en yüksek güç katsayısına sahip olduğunu bulmuşlardır.

Bu çalışmada ise, helisel Savonius tipi rüzgâr türbinine farklı büyüklüklerde uç plaka eklenmesinin, Savonius rüzgâr türbinin aerodinamik özelliklerine (devir sayısı n, kanat uç hız oranı λ, sürüklenme kuvveti F_D ve sürüklenme katsayısı C_d) etkisi deneysel olarak araştırılmıştır.

2. MATERYAL METOT

Helisel Savonius rüzgâr türbinin tasarımı aşamasında en iyi performansa sahip 3 kanatlı helisel Savonius rüzgâr türbini ana geometri olarak seçilmiştir(Kaya vd., 2019). Belirlenen bu geometrinin kanat çapı sabit tutulmuş (D= 46 mm), farklı çaplarda dairesel uç plakalar eklenmiştir. Uç plaka çapının kanat çapına oranı "çap oranı" olarak adlandırılmıştır. Rüzgâr türbinine eklenen uç plakaların çap oranları sırasıyla: 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5 olarak belirlenmiştir. Geliştirilen geometriler Solidworks programında tasarlanmış ve 3D yazıcı ile üretilmiştir. Üretiminde PLA filament kullanılmıştır. Helisel Savonius rüzgâr türbini tasarımı için kullanılan uygun değerler daha önce yapılan çalışmaların (Mahmoud vd., 2012; Alom & Saha, 2019; Jeon, 2015) incelenmesiyle belirlenmiştir.

Rüzgâr türbinerinin performansı, kanat hızının bir fonksiyonu olarak değişmektedir. Bu da kanat uç hız oranı olarak adlandırılır (Altan, 2006). Kanat uç hız oranı denklemi aşağıda verilmiştir.

$$\lambda = \frac{U}{V_1} = \frac{2.\pi.r.n}{60.V_1} = \frac{\pi.r.n}{30.V_1} \quad (1)$$

Verilen bu denklemde; λ kanat uç hız oranı, V_1 hava hızı, U rüzgâr türbininin uç hızı, R rotorun yarı çapı, n devir sayısıdır.

Savonius rüzgâr türbini kanatlarına dönme esnasında sürüklenme kuvveti etki eder (Şahin, 2015). Söz konusu kuvvetin denklemi aşağıda verilmiştir.

$$F_D = \frac{1}{2}.\rho.C_d.V_1^2.A \quad (2)$$

Verilen denklemde; F_D sürüklenme kuvveti, ρ havanın yoğunluğu, A projeksiyon alanı, V_1 hava hızı, C_d sürüklenme katsayısıdır.

Reynolds sayısı Re, laminar akış ve ya türbülanslı akış gibi farklı akış rejimlerinin karakteristiğini belirlemek için kullanılır. Akış rejimi temelde akışkandaki atalet kuvvetlerinin viskoz kuvvetlerine oranına bağlıdır (Çengel & Cimbala, 2012).

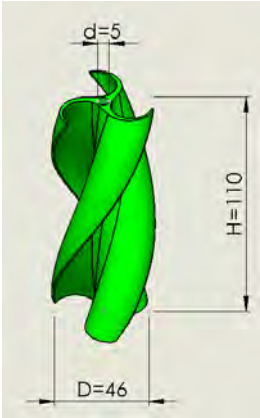
$$\mathrm{Re} = \frac{\rho.V_s.d}{\mu} \quad (3)$$

Verilen denklemde; Re Reynolds sayısı, μ akışkanın dinamik visikozitesi, d borunun çapı, V_s akışkanın hızı, ρ akışkanın yoğunluğu olarak ifade edilir. Bu çalışmada; ρ = 1.2250 kg/m^3, μ = 1.789x10^{-5} olarak alınmıştır (Çengel & Boles 2012).

Helisel Savonius rüzgâr türbin ölçüleri literatürde yapılan çalışmalar (Jeon, 2015; Alom & Saha, 2019; Mahmaud vd., 2012) ve ayrıca hava tüneli boyutları da göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Tasarımı yapılan rüzgâr türbinleri ve ölçüleri sırasıyla aşağıda verilmiştir. Helisel 3 kanatlı silindirik Savonius rüzgâr türbini ölçüleri Tablo 1'de ve tasarımı Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Helisel 3 kanatlı silindirik Savonius rüzgâr türbinlerinin ölçüleri

Rotor uzunluğu (H)	110 mm
Rotor çapı (D)	46 mm
Rotor uzunluk- çap oranı (H/D)	2.391304 (Mahmoud vd., 2012)
Kanat tipi	Yarı dairesel (Alom & Saha, 2019)
Kanat sayısı	3
Kanat Helis açısı	180˚ (Jeon, 2015)
Kanat daire iç çapı	18.5 mm
Mil çapı (d)	5 mm

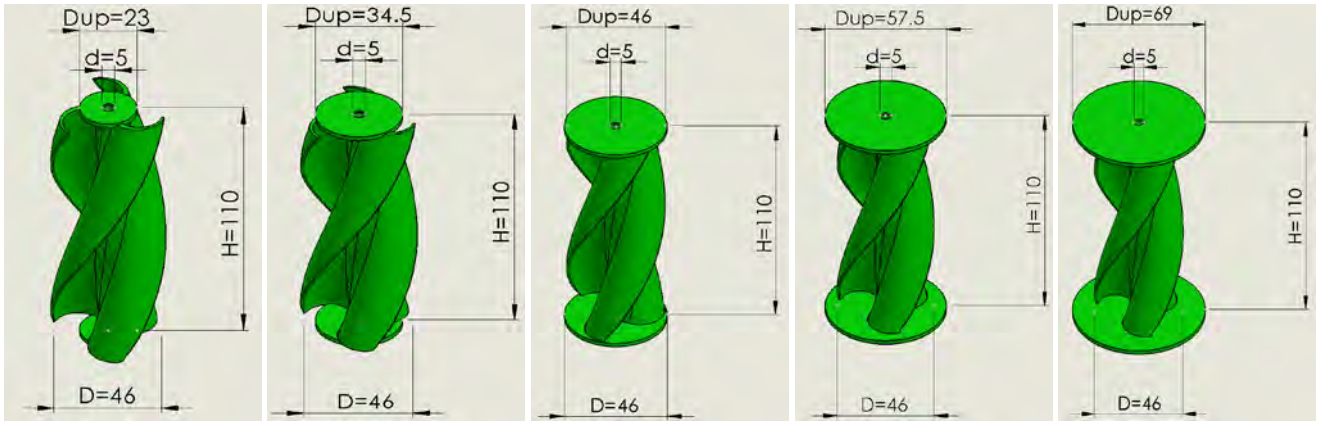


Şekil 1. Helisel 3 kanatlı Savonius rüzgâr türbini

Uç plaka etkisinin helisel Savonius rüzgar türbininin performansına olan etkisini araştırmak amacıyla çap oranı 0.5 olan 2 adet uç plaka üretilmiş ve bu uç plakaların montajı alt ve üst rotor kısmına yapılmıştır. Uç plaka çap oranı 0.5 olan helisel 3 kanatlı silindirik Savonius rüzgâr türbini ölçüleri Tablo 2'de ve tasarımı Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Helisel 3 kanatlı silindirik Savonius rüzgâr türbinlerinin ölçüleri

Rotor uzunluğu (H)	110 mm
Rotor çapı (D)	46 mm
Rotor uzunluk- çap oranı (H/D)	2.391304 (Mahmoud vd., 2012)
Kanat tipi	Yarı dairesel (Alom & Saha, 2019)
Kanat sayısı	3
Kanat helis açısı	180˚ (Jeon, 2015)
Kanat daire iç çapı	18.5 mm
Mil çapı (d)	5 mm
Çap oranı	0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5



(a) (b) (c) (d) (e)

Şekil 2. Çap oranı (a) 0.5, (b) 0.75, (c) 1, (d) 1.25 ve (e) 1.5 olan helisel 3 kanatlı Savonius rüzgâr türbinleri

Deneysel çalışmalar KSÜ Makine Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan hava tünelinde yapılmıştır. Hava tünelinin teknik özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Hava tünelinin, havayı emme ve üfleme kısımlarında, hava akışını engelleyen herhangi bir nesne olmayıp, gerekli ortam sağlanmıştır.

Tablo 3. Hava tüneli teknik özellikleri

Load Cell Modül	DVP02LC-SL
Lcd Ekran	DOP-B05S101
Hava Hız Sensörü	QVM 62.1
Şeffaf Çalışma Alanı	20x21x48 cm
Fan Motor Deviri	2800 d/d
Fan Debisi	7.000 m³/h
Fan Çapı	39.5 cm

Rüzgâr türbininin hava tüneline bulunduğu şeffaf kısım (Şekil 3 (b) 1 numara), test bölgesi olarak adlandırılmaktadır. Test bölgesinin hemen altında rüzgâr türbininin yataklandığı kısımda kuvvet sensörleri (Şekil 3 (b) 2 numara), bulunmaktadır. Kuvvet sensörlerinde; kaldırma kuvveti F_L ve sürüklenme kuvveti F_D ölçülmektedir. Ayrıca, test bölümünün başlangıç kısmında hava hız sensörü (Şekil 3 (b) 3 numara), bulunmaktadır. Ölçülen veriler ve kuvvetler anlık olarak kontrol panosundan (Şekil 3 (b) 4 numara), izlenebilmektedir. Hava tüneli ve test bölgesi Şekil 3'de verilmiştir.

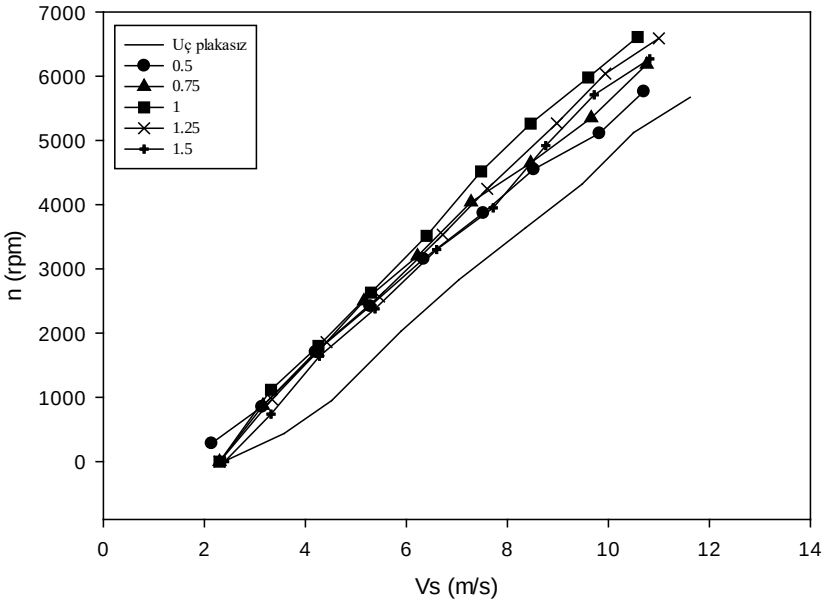


(a) (b)

Şekil 3. Hava tüneli (a) ve test bölgesi (b)

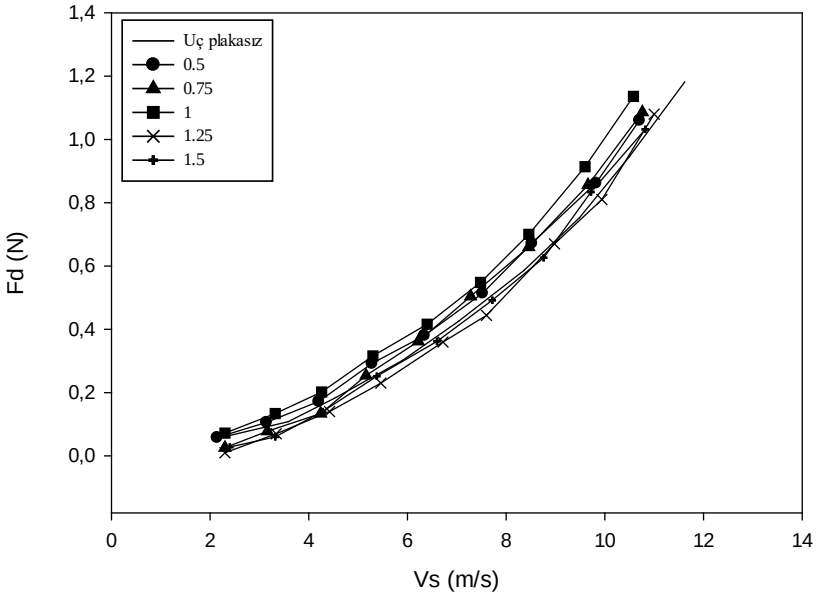
3. BULGULAR

Bu çalışmada dikey eksenli bir rüzgâr türbini olan Savonius rüzgâr türbini performansı deneysel olarak incelenmiştir. KSÜ Makine Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan hava tünelinde, 10 farklı hava hızında 6 farklı rüzgâr türbini için deney yapılmıştır. Her hava hızı V_s için Savonius rüzgâr türbinlerinin üzerine gelen; sürüklenme kuvveti F_D ve Savonius rüzgâr türbinlerinin devir sayısı n ölçülmüştür. 5 kez tekrar edilen deneylerden elde edilen parametrelerin ortalama değerleri alınarak Reynolds sayısı Re, sürüklenme katsayısı C_d ve kanat uç hız oranı λ hesaplanmıştır. 6 farklı Savonius rüzgâr türbininin devir sayısının n, hava hızı V_s ile değişimi Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Helisel Savonius rüzgâr türbinlerinin devir sayısının hava hızına göre değişimi

Hava hızının V_s artmasıyla bütün rüzgâr türbini çeşitlerinin devir sayısının n arttığı görülmektedir. V_s = 10.5 m/s hava hızında uç plakasız rüzgar türbini ile karşılaştırıldığında, çap oranı 0.5 olan rüzgar türbinin devir sayısı n yaklaşık %10, çap oranı 0.75 olan rüzgar türbinin devir sayısı n yaklaşık % 18, çap oranı 1 olan rüzgar türbinin devir sayısı n yaklaşık % 29, çap oranı 1.25 olan rüzgar türbinin devir sayısı n yaklaşık % 24 ve çap oranı 1.5 olan rüzgar türbinin devir sayısı n yaklaşık olarak % 20 artış göstermiştir. En fazla devir artışı n, çap oranı 1 olan Savonious rüzgar türbininde gerçekleşmiştir. Çap oranı 1 olan rüzgar türbini ile karşılaştırıldığında, çap oranı 1.25 ve 1.5 olan rüzgar türbinlerinin devir sayısı n çap oranı arttıkça azalma göstermiştir. Hava tünelindeki 6 farklı geometri karşılaştırıldığında, bütün hızlarda en düşük devir sayısı n uç plakasız Savonius rüzgâr türbinine ait olduğu belirlenmiştir.

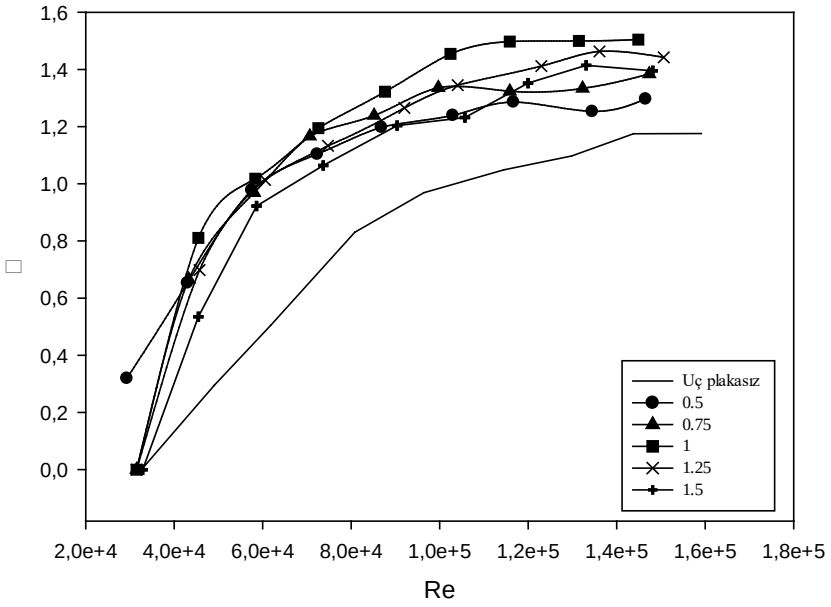


Şekil 5. Helisel Savonius rüzgâr türbinlerinin kanat uç hızının Reynolds sayısına göre değişimi

Şekil 5'te farklı çap oranlarında Savonius rüzgar türbinlerinin sürüklenme kuvveti F_D değerinin hava hızı V_s ile değişimi verilmiştir. Hava hızının V_s 10.5 m/s ile 11 m/s arasında olduğu değerlerde yaklaşık sürüklenme kuvveti F_D; uç plakasız rüzgar türbini için 0.98 N çap oranı 0.5 olan rüzgar türbini için 1.06 N; çap oranı 0.75 olan rüzgar türbini için 1.07 N; çap oranı 1 olan rüzgar türbini için 1.1 N; çap oranı 1.25 olan rüzgar türbini için 1 N ve çap oranı 1.5 olan rüzgar türbini için 1.03 N olarak ölçülmüştür. En yüksek sürüklenme kuvvetinin F_D çap oranı 1 olan Savonius rüzgar türbinine ait olduğu tespit edilmiştir. Rüzgar türbinlerinde sürüklenme kuvveti F_D; sürüklenme katsayısı C_d, projeksiyon alanı A ve hava hızına V_s bağlı olarak

değişmektedir. Bu sebeple hava hızının V_s, sürüklenme katsayısının C_d ve projeksiyon alanının A artması durumunda sürüklenme kuvveti F_D artmaktadır. Şekil 5 incelendiğinde bütün geometrilerin sürüklenme kuvveti F_D eğrileri aynı hızlarda benzer hareketler göstermiştir. Rüzgar türbinleri arasındaki sürüklenme kuvveti farklarının sebebi olarak, geometrilere eklenen uç plakaların rüzgar türbinlerinin sürüklenme katsayılarını ve rüzgar türbini etrafındaki hava akışını değiştirmesi olduğu söylenebilir.

Hava tünelinde deneysel çalışma yapılan 6 farklı rüzgâr türbinine ait kanat uç hız oranının λ, Reynolds sayısına Re göre değişimi Şekil 6'de verilmiştir.



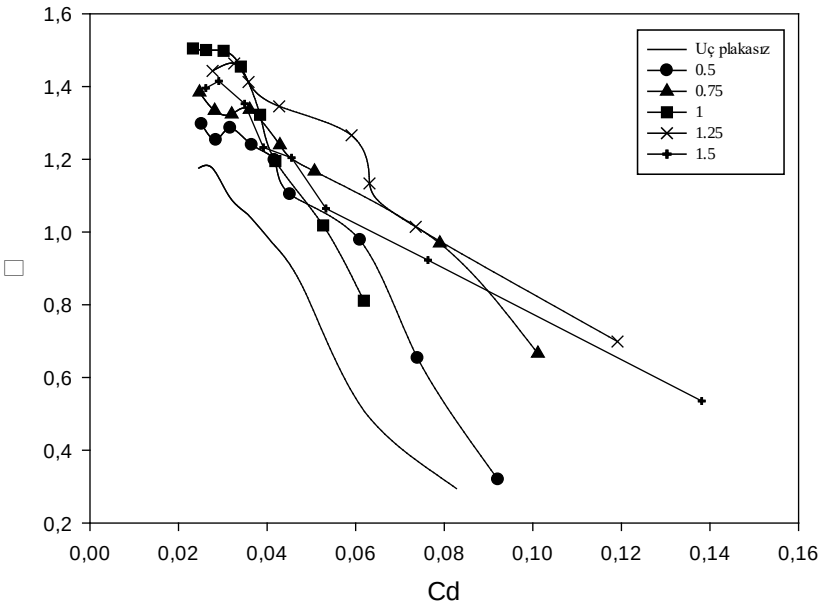
Şekil 6. Helisel Savonius rüzgâr türbinlerinin kanat uç hızının λ, Reynolds sayısına Re göre değişimi

Kanat uç hız oranı λ, denklem 1'de, Re değeri ise denklem 3'de verildiği gibi hesaplanmıştır. Kanat uç hız oranı λ; rüzgarın hızına V_s, rotorun yarıçapına R ve rüzgar türbinin devir sayısına n bağlıdır.

Sabit bir rüzgar hızı V_s için biri çok büyük biri çok küçük iki farklı kanat uç hız oranında λ bir rüzgar türbinin çalıştığı kabul edilsin. Küçük uç hız oranında λ rüzgar türbini yavaş dönecektir. Bu durumda rüzgarda bulunan gücün büyük kısmı mekanik enerjiye çevrilemeyecek ve bu güçten yararlanılamayacaktır. Yüksek uç hız oranında λ ise rüzgar türbini hızlı dönecek ve rüzgar türbinini rüzgarda bulunan güçten daha fazla yararlanacaktır. Buradaki yorumdan her rüzgar türbini için kanat uç hız oranına λ ait optimum bir değer bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Yani kanat uç hız oranını λ optimum yapmak demek, her rüzgar hızında rüzgar türbininin kanadını farklı bir hızda döndürerek, rüzgardan alınan mekanik gücü maksimum yapmak demektir (Karabacak vd., 2017).

Yapılan deneylerde, 100000 ile 140000 Reynolds değerleri arasında, kanat uç hız oranları λ: Uç plakasız geometri için 1.17; çap oranı = 0.5 olan geometri için 1.29; çap oranı = 0.75 geometri için 1.38; çap oranı =1 olan geometri için 1.5, çap oranı =1.25 olan geometri için 1.44 ve çap oranı 1.5 olan rüzgar türbini için 1.39 olarak hesaplanmıştır. Aynı Reynolds değerleri göz önüne alındığında kanat uç hız oranı λ, uç plaka takılan geometrilerin tamamında uç plakasız geometriye göre daha yüksek olduğu hesaplanmıştır.

Hava tünelindeki 6 farklı rüzgâr türbinine ait kanat uç hız oranının sürüklenme katsayısı C_d ile değişimi Şekil 7'da verilmiştir. Sürüklenme katsayısı C_d, (2) numaralı denklem ile hesaplanmıştır. C_d katsayısı havacılık, otomotiv, inşaat ve savunma sanayi gibi birçok alanda kullanılan önemli olan bir parametredir ve cisimlerin aerodinamik yapılarını geliştirmek için kullanılır. Verilen grafikte bütün rüzgâr türbinlerinde C_d katsayısı azaldıkça kanat uç hız oranının λ arttığı görülmektedir. En düşük C_d katsayıları incelendiğinde en yüksek kanat uç hız oranının λ, çapı oranı 1 olan Savonius rüzgâr türbinine, en düşük kanat uç hız oranın λ uç plakasız Savonius rüzgâr türbinine ait olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Helisel Savonius rüzgâr türbinlerinin kanat uç hız oranının λ , Cd katsayısına göre değişimi

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada, dikey eksenli helisel Savonius rüzgâr türbini performansı deneysel olarak incelenmiştir. Savonius rüzgâr türbinine farklı çap oranlarında uç plakalar eklenmiştir. Hava tünelinde 10 farklı hava hızında 6 farklı geometri için deney yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Savonius rüzgâr türbinine uç plaka eklenmesi rüzgâr türbinin devir sayısını n artırmıştır. En yüksek devir sayısının n , çapı oranı 1 olan rüzgâr türbinine ait olduğu belirlenmiştir.
- Çap oranı 1 olan rüzgar türbini ile karşılaştırıldığında, çap oranı 1.25 ve 1.5 olan rüzgar türbinlerinin devir sayısı n çap oranı arttıkça azalma göstermiştir.
- Kanat uç hız oranı λ , 110000-140000 Reynolds değerlerinde uç plaka çapı düştükçe azalmıştır. En yüksek kanat uç hız oranın λ , çapı oranı 1 olan rüzgâr türbinine ait olduğu belirlenmiştir.
- Uç plakalı Savonius rüzgâr türbinlerinde 40000 ile 80000 Reynolds değerleri arasında kanat uç hız oranları λ arasındaki fark azalmıştır.
- C_d katsayısı azaldıkça kanat uç hız oranının λ arttığı, V_s = 10 m/s hava hızında için aynı Cd katsayılarında en yüksek kanat uç hız oranının çapı oranı 1 olan Savonius rüzgâr türbinine ait olduğu belirlenmiştir.

5.TEŞEKKÜR

Bu çalışma; KSÜ Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2019/2-9 YLS nolu proje ile desteklenmiştir.

6.KAYNAKLAR

Aldoss, T.K., Najjar, Y.S.H. (1985). Further Development Of The Swinging Blade Savonius Rotor, Wind Engineering, 9, 3.

Alom, N., Saha, U. K. (2019). Influence Of Blade Profiles On Savonius Rotor Performance Numerical Simulation And Experimantal Validation, Energy Conversion And Management, 186, 267-277.

Çengel, Y.A., Boles, M.A. (2012). Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, İzmir Güven Yayınevi, İstanbul.

Çengel, Y.A., Cimbala, J.M. (2012). Akışkanlar Mekaniği Temelleri Ve Uygulamaları, Nobel Matbaacılık, İstanbul.

Deda Altan, B., Altan, G., Kovan, V. (2016) Investigation Of 3D Printed Savonius Rotor Performance, Renewable Energy, 99, 584-591.

Deda, B. (2006). Perdeleme Yöntemi İle Savonius Rüzgâr Çarkının Performansının İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Driss, Z., Damak, A., Abid, M. S. (2015). Evaluation Of The Savonius Wind Rotor Performance For Different External Overlap Ratios, International Journal Of Fluid Mechanics And Thermal Sciences, 1, 14-19.

İlkılıç, Z. (2016). Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi, Yaşam Bilimleri Dergisi, 6, 2/2.

Jeon, S.J., Jeong, I.J., Pan, J., Ryu, K. (2015). Effects Of End Plates With Various Shapes And Sizes On Helical Savonius Wind Turbines, Renewable Energy, 79, 167-176.

Karabacak, M., Kılıç, F., Cantaş Y., Atmaca Ö., Küçük, T. V. (2017). Değişken Hızlı Rüzgâr Türbinlerinde Kanat Ucu Hız Oranı Tabanlı Maksimum Güç İzleme Denetimi Kapsamlı Tasarım, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Doi 10.16984/saufenbilder.327114.

Lee, J., Lee, Y., Lim, H. (2016). Effect Of Twist Angle On The Performance Of Savonius Wind Turbine, Renewable Energy, 89, 231-244.

Mahmaud, N.H., El-Haroun, A.A., Wahba, E., Nasef, M.H. (2012). An Experimental Study On İmprovement Of Savonius Rotor Performance, Alexandria Engineering Journal, 51, 19-25.

Modi, V.J., Fernando, M.S.U.K. (1989). On The Performance Of The Savonius Wind Turbine, Journal Of Solar Energy Engineering, 111, 71-81.

Newman, B.G. (1974). Measurements On Savonius Rotor With Variable Gap, Proceedings Of The University Of Sherbrook Conference On Wind Energy, 116, Canada.

Saha, U.K., And Rajkumar M.J., (2005) On The Performance Analysis Of Savonius Rotor With Twisted Blades. Renewable Energy, 31, 1776-1788.

Şahin, İ. (2015). Bir Rüzgâr Türbininin Performansının Sayısal Olarak İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

MERKEZİ KLİMA SANTRALLERİ İÇİN TASARLANAN İÇ İÇE GEÇMİŞ BEŞLİ KESİK PİRAMİT TİP DİFÜZÖRÜN AKIŞ DAĞILIMINA ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

[1] Ebru Bilici, *[2]Muhammed Safa Kamer, [3]Kerim Sönmez, [4]Ahmet Kaya

[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

[2] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

[3]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisi

[4]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Klima santrallerinde kullanılan fanların çıkışın kesit alanı, fandan sonra gelen ısıtma/soğutma bataryaları, susturucu, filtre, karışım odası veya ısı geri kazanım vb. hücrelerin kesit alanından küçüktür. Klima santralinin verimli bir şekilde çalışabilmesi için fanın üflediği havanın bir sonraki hücreye mümkün olan en düşük basınç düşüşü ve homojen hız dağılımı ile yayılması gerekir. Difüzörler kullanılarak küçük bir kesit alanından çıkan hava daha büyük bir kesit alanına yayılım sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, merkezi klima santrallerindeki boş hücrede akışı homojen dağıtmak amacıyla iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzör tasarlanmıştır ve akış analizi sayısal olarak yapılmıştır. Difüzör fan çıkış bölgesinin önüne konulduğunda, havanın yayılma özellikleri; iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzörün yüksekliğine bağlı olarak incelenmiştir. Difüzör yapısı olarak üçgen piramit profile sahip difüzör kullanılmıştır. Sayısal analizler üç farklı (300mm, 400mm, 500mm) kesik piramit difüzör yüksekliği için ayrı ayrı yapılmıştır. Sayısal çalışmalarda Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımı olan Ansys-Fluent paket programı kullanılmıştır. Belirlenen parametrelerde iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzörün basınç düşümüne ve hız dağılımına etkisi sayısal olarak araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Piramit tip difüzör, Basınç düşümü, Fan, Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD), Klima santrali.

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT ON FLOW DISTRIBUTION OF İNTERTWİNED TRUNCATE PYRAMID TYPE DIFFUSER DESIGNED FOR CENTRAL AIR CONDITIONING PLANTS

ABSTRACT

The cross-sectional area of the output of the fans used in air handling units, heating / cooling coils following the fan, silencer, filter, mixing chamber or heat recovery etc. less than the cross-sectional area of the cells. In order for the air handling unit to operate efficiently, the air exhaled by the fan must be spread to the next cell with the lowest possible pressure drop and homogeneous speed distribution. Using diffusers, air from a small cross-sectional area is spread to a larger cross-sectional area.

In this study, a truncated pyramid type diffuser was designed to distribute the flow in the empty cell in the central air handling units homogenously and the flow analysis was performed numerically. When the diffuser is placed in front of the air outlet region, the diffusion properties of the air are examined according to the height of the intertwined truncated pyramid type diffuser and the number of diffusers intertwined. Three different diffuser heights were determined for the triangular pyramid profile diffuser used (Diffuser height (mm)), 300, 400 and 500). Ansys-Fluent, Computational Fluid Dynamics (HAD) software package program was used in numerical studies. The effect of intertwined truncated pyramid type diffuser on pressure drop and on velocity distribution was determined numerically.

Keywords: Pyramid type diffuser, Pressure drop, Fan, Computational fluid dynamic (CFD),Air conditioning power plant.

1. GİRİŞ

Klima santrallerinde emiş ve/veya üfleme fanlarının çıkışlarındaki hava akış hızları 8-15 m/s mertebelerinde olup, akışın hız dağılımı tam gelişmiş türbülanslı akıştaki hız dağılımından farklıdır (HVAC, 2006). Bu sebeple, fandan sonra arada yeterli uzunlukta bir santral bölümü veya delikli difüzörlü bir boş hücre kullanılmalıdır. Aksi durumda; havanın fan hücresinden sonra yer alan ısıtma/soğutma bataryaları, susturucu, filtre, karışım odası veya ısı geri kazanım vb. hücre yüzeylerinin ancak belirli bir kısmı ile teması söz konusu olmaktadır. Bu durum santrallerin çalışma verimlerini önemli ölçüde düşürmektedir. Çalışma verimini istenen seviyede tutabilmek için fan üfleme ağzından sonra hava dağılımını kolaylaştıran perfore (delikli) sacdan yapılmış bir delikli difüzörün de içinde bulunduğu fan çark çapının yaklaşık 0.8-1.5 katı uzunlukta boş hücreler kullanılmaktadır (Bilge, 2010). Delikli difüzörlü bir boş hücre kullanımı halinde, yukarıda bahsedilen hücrelerin tüm yüzeylerinden havanın homojen bir şekilde geçirilerek çalışma verimlerinin arttırılması ve buna bağlı olarak santral içi basınç kaybının azaltılması mümkün olmaktadır (Bulut ve diğ., 2011; Tanyol, 2012). Santral içi basınç kaybının azaltılması ve havanın fandan sonraki hücrelere olabildiğince homojen bir şekilde yayılması enerji verimliliği açısından oldukça önemli bir durumdur.

Literatürde akışı kontrol etmek amacıyla akış alanına yerleştirilen farklı geometrilerdeki birçok delikli sac plakadan kaynaklanan basınç düşüşü akış karakteristikleri sayısal ve deneysel olarak araştırılmıştır (Şahin, 1989; Şahin ve Ward-Smith, Şahin ve Ward-Smith, 1987; Şahin ve Ward-Smith, 1990; Şahin ve Ward-Smith, 1991; Şahin ve Ward-Smith, 1993; Şahin ve diğ., 1995; Noui-Mehidi ve diğ., 2005; Guo ve diğ., 2013).

Bayramgil ve diğ. (1998) bir iklimlendirme sistemi fanının çıkış kesitinde bulunan deliksiz difüzör içerisindeki akışı sayısal olarak incelemişlerdir. Difüzördeki akışın sayısal incelemesi için çeşitli difüzör açılarındaki cidar statik basınç dağılımlarını ölçmüşlerdir. Difüzör çıkışındaki akışın düzgün olmadığını, türbülans seviyesinin noktadan noktaya önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Abantoa ve diğ. (2004) bilgisayar odasının akış analizi ve konfor koşullarını sayısal olarak belirlemişlerdir. Bilgisayar odası Solidworks ticari yazılımıyla modellenmiş ve FLUENT programında çözülmüştür. Odanın havalandırılması için dört-yollu difüzör kullanılmış ve kütlesel debi girişi olarak tanımlanıp sayısal analizi yapılmıştır. Zhang ve diğ. (2009) dört farklı difüzör kullanarak (çeyrek daire delikli difüzör; ızgara difüzör; zemin delikli pano difüzör ve swirl difüzör) bir ofisteki akışı Fluent paket programı ile modellemişlerdir. Literatür araştırmasında klima santralinde kullanılan kare kesitli kesik piramit şeklindeki bir delikli difüzörlü boş hücre için yapılan bir HAD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) çalışmasında iki farklı ebattaki geometriler için sayısal analiz çalışması yapılmış olup, hücre çıkışındaki hız dağılımları incelenmiştir. (Bulut ve diğ., 2011; Tanyol, 2012). Bulut ve diğ. (2011) iklimlendirme sistemlerinde kullanılan klima santrallerinin veriminin arttırılmasına yönelik CFD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) yöntemiyle incelemeler yapmışlardır. Klima santrallerindeki mevcut hücre yapısını CFD analiz programı olan Fluent'de çözerek, çıkan sonuçları değerlendirip akışın yapısını bozan ve yüksek basınç düşümüne neden olan kısımlar tespit edilmiştir. Yiğit ve diğ. (2013) piyasada mevcut standart difüzörlerden (yayıcı) farklı olarak dağıtıcılık özelliği yüksek bir difüzörün tasarlanması amacıyla, çeşitli düşey kanat açısına sahip olan difüzörlerin ortamdaki hava dağıtıcılığını sayısal olarak incelemişlerdir. Oda içerisine yerleştirilen difüzörün çeşitli düşey kanat açılarında sayısal testlerini yaparak havanın ortamdaki dağılımını, hızını ve difüzörde ortaya çıkan basınç düşümlerini, ANSYS-Fluent paket programı kullanılarak belirlemişlerdir. Kaya ve diğ. (2017) düz ve piramit şekilli anemostat tip difüzör kullanılması durumu için havanın boş hücreden sonraki üniteye yayılma durumunu ve difüzör tiplerinin boş hücrede sebep olduğu statik basınç düşüşünü sayısal olarak araştırmışlardır. Boş hücre içinde en homojen hava akışının düz anemostat tip difüzörde 80° kanat açısında olduğu tespit edilmiştir.

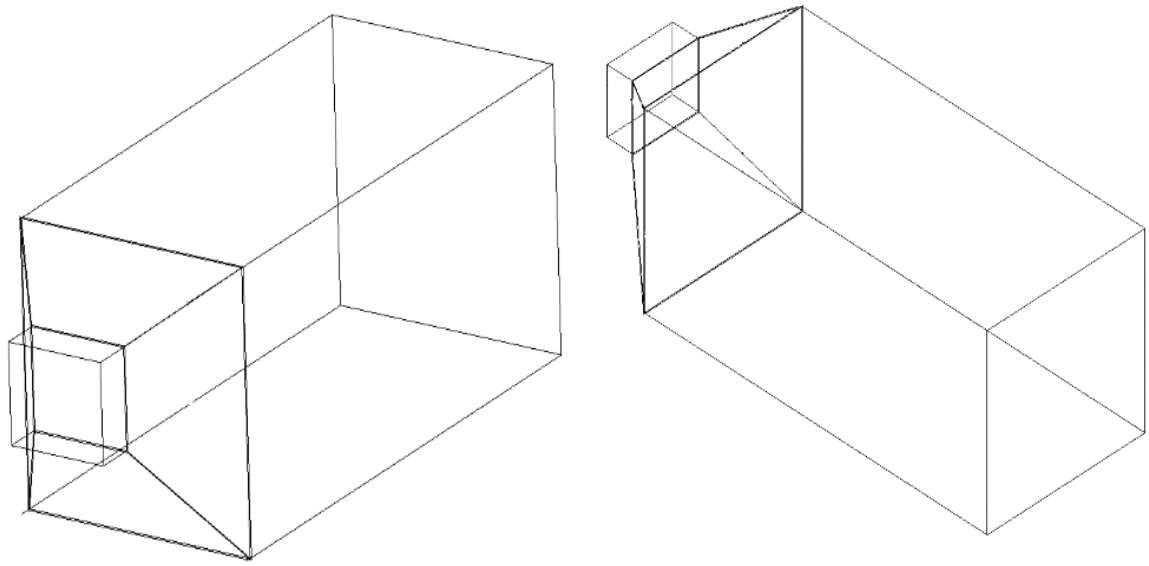
Bu çalışmada; merkezi klima santrallerindeki boş hücredeki akışı homojen dağıtmak için kesik piramit tip difüzör tasarlanmış ve akış analizi sayısal olarak yapılmıştır. Farklı difüzör yükseklikleri ve arka arkaya yerleştirilmiş farklı difüzör kanat sayılarının akışa etkisi sayısal olarak araştırılmıştır. Olası bir iyileştirme sağlandığında üreticilerle bu sonuçların paylaşılması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Difüzör yapısı olarak üçgen piramit profile sahip difüzör kullanılmıştır. Kullanılan üçgen piramit profilli difüzör için üç farklı difüzör yüksekliği belirlenmiştir (Difüzör yüksekliği (mm), 300, 400 ve 500). Belirlenen parametrelerde iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzörün basınç düşümüne ve hız dağılımına etkisi sayısal olarak araştırılmıştır.

Kesik Piramit Tip Difüzörlü Hücre

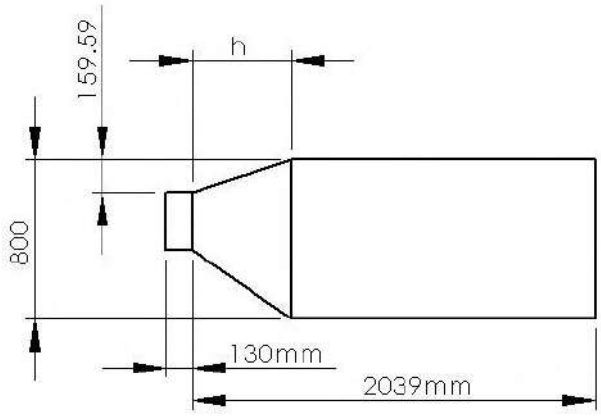
Sayısal analizlerde kullanılan kesik piramit tip geometriye sahip difüzörlü hücre geometrisi Şekil 1'de verilmiştir. Sayısal analizlerde iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difözürler ayrı ayrı incelenmiş olup, farklı boyutlardaki difüzörler için sayısal çalışmalar yapılmıştır.



(a) Giriş kesitinden görünüş (b) Çıkış kesitinden görünüş

Şekil 1. Kesik piramit tip difüzör hücresi

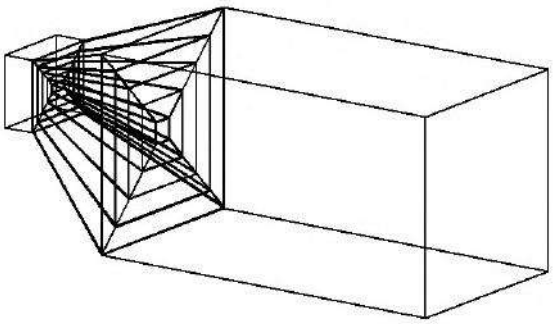
Yapılan çalışmada difüzör hücre kesiti 800 mm x 800 mm, hücre derinliği 2039 mm olarak alınmıştır. Boş hücreye havanın girdiği kesit 285 mm x 333 mm genişliğinde ve 130 mm uzunluğundadır. Difüzörün giriş kesiti, 285 mm x 333 mm'lik kesit alanından 800 mm x 800 mm'lik kesit alanına geçiş noktasından çıkışa doğru boşluk olmayacak şekilde monte edilmiş ve difüzörün çıkış kesiti 800 mm x 800 mm'lik boş hücre kesitine ortalanacak şekilde tasarım yapılmıştır. Kesik piramit tip için difüzör sayısı beş olarak belirlenmiştir. Kesik piramit tip difüzörlü hücre için geometrik bilgiler Şekil 2'de verilmiştir.



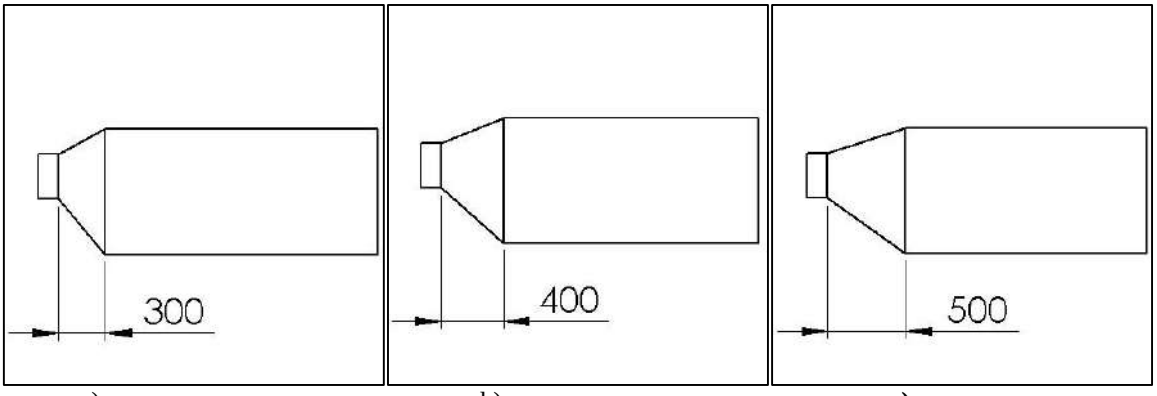
Şekil 2.İç içe geçmiş kesik piramit tip difüzörlü boş hücrenin geometrik detayları
(Difüzör yüksekliği 'h' (mm))

Farklı Profillerdeki Difüzör Hücresi

Sayısal analizlerde kullanılan geometri iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzör (kesik piramit tip difüzör (Şekil 3)) ve iç içe geçmiş kesik piramit tip difüzör için üç farklı difüzör yüksekliği (300mm, 400mm, 500mm) Şekil 3'de verilmiştir.



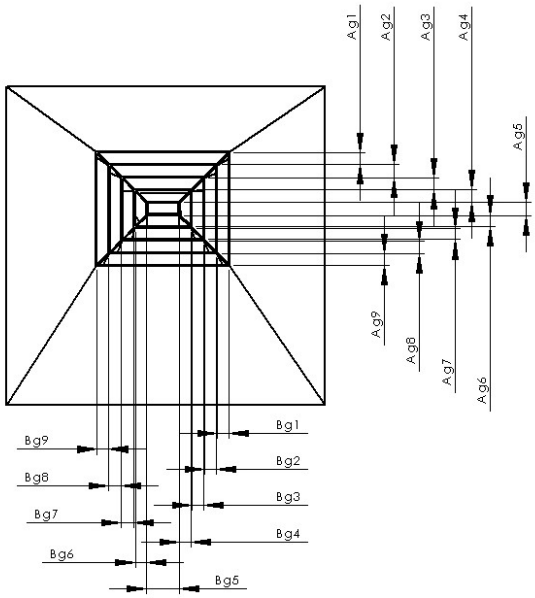
Şekil 3. Beşli iç içe geçmiş kesik piramit tip difüzör



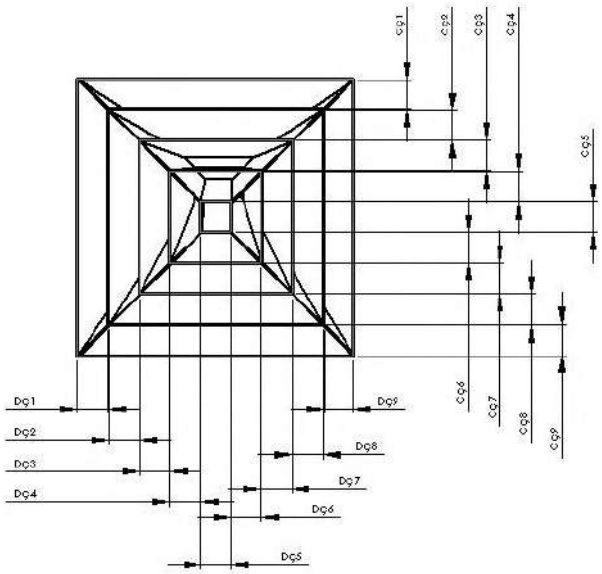
a) b) **c)**

Şekil 4. Difüzör yüksekliği a) 300mm b) 400 mm ve c) 500 mm

Difüzör geometrisi olarak iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzör kullanılmıştır. Belirlenen bu geometride difüzörler eşit parçalara bölünerek her bir difüzör arasındaki basınç düşümü hesaplanmıştır. Şekil 5'de belirtilen difüzörün giriş kesitinde Ag1, Ag2, Ag3, Ag4, Ag5, Ag6, Ag7, Ag8, Ag9 ve Bg1, Bg2, Bg3, Bg4, Bg5, Bg6, Bg7, Bg8, Bg9 ile difüzörün çıkış kesitinde Cç1, Cç2, Cç3, Cç4, Cç5, Cç6, Cç7, Cç8, Cç9 ve Dç1, Dç2, Dç3, Dç4, Dç5, Dç6, Dç7, Dç8, Dç9 belirtilen her bir difüzör arasındaki basınç düşümü hesaplanmıştır. Difüzörün giriş ve çıkış kesitinde basınç düşümünün ve hız dağılımının iyileştirilmesi için her bir difüzör arasındaki mesafe değiştirilerek optimum tasarım elde edilmeye çalışılmıştır. Burada 'g' ile gösterilen ifadeler giriş kesitlerini, 'ç ' ile gösterilen ifadeler çıkış kesitlerini ifade etmektedir (Şekil 5, Şekil 6).



Şekil 5.İç içe geçmiş beşli kesik tip difüzör geometri giriş hücresi



Şekil 6.İç içe geçmiş beşli kesik tip difüzör geometri çıkış hücresi

Yapılan çalışmada boş hücre kesiti 800 mm x 800 mm, hücre derinliği 2039 mm olarak alınmıştır. Boş hücreye havanın girdiği kesit 285 mm x 333 mm genişliğinde ve 130 mm uzunluğundadır. Difüzörün giriş kesiti, 285 mm x 333 mm kesit alanından, 800 mm x 800 mm kesit alanına; geçiş noktasından çıkışa doğru boşluk olmayacak şekilde monte edilmiş ve difüzörün çıkış kesiti 800 mm x 800 mm'lik boş hücre kesitine ortalanacak şekilde tasarım yapılmıştır. Kesik piramit tip için difüzör sayısı beş olarak belirlenmiştir.

Sayısal Modelleme

Yapılan sayısal çalışmada, oluşturulan geometrilerin akış analizleri ANSYS 19.2 programında gerçekleştirilmiştir. Havanın boş hücreye girdiği 285 mm x 333 mm'lik kesit için 'velocity-inlet (hız girişi)', havanın boş hücreyi terk ettiği 800 mm x 800 mm'lik çıkış kesidi için 'pressure-outlet (basınç çıkışı)' ve diğer tüm yüzeyler için 'wall (duvar)' sınır şartı tanımlanmıştır. 'velocity-inlet (hız girişi)' sınır şartı verilen giriş kesitindeki hız 23,834 m/s, 'pressure-outlet (basınç çıkışı)' sınır şartı verilen çıkış kesitindeki gösterge basıncı 0 Pa, 'wall (duvar)' sınır şartı verilen yüzeylerdeki cidar pürüzlülüğü 0.0032 mm olarak alınmıştır. Klima kanal ve difüzör malzemelerinin yüzey pürüzlülükleri ölçülmemiş olup, haddelenmiş yüzeyler için ilgili kaynaklarda belirtilen pürüzlülük değerlerinden ortalama yaklaşık değer kabul edilmiştir (Bağcı, 1998). Sayısal çözümü ağ yapısından bağımsızlaştırma çalışması yapılmıştır. Bunun için ağ elemanı boyutu kesik piramit tip difüzör cidarlarında maksimum 3 mm, boş hücrenin geriye kalan kısmında üç farklı boyutta analizler gerçekleştirilmiştir. Ağ yapısından bağımsızlaştırma çalışması yapılan analizler, kare geometrili ani kesit genişlemesine sahip boş hücre içerisinde kesik piramit tip difüzör kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve bu analizlerden elde edilen basınç düşümü değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge

1 incelendiğinde maksimum hacim elemanı boyutlarının 10mm, 15mm ve 20mm olduğu analizlerden elde edilen basınç düşümü değerlerinin birbirlerine çok yakın değerler olduğu görülmektedir. 20mm'den daha düşük hacim elemanı boyutlarındaki analizlerde basınç düşümünün neredeyse değişmediği tespit edilmiştir. Bundan sonra yapılan analizlerde ağ elemanı boyutu anemostat tipi difüzör cidarlarında maksimum 3 mm, boş hücrenin geriye kalan kısmında maksimum 20 mm olarak belirlenmiş (ağ yapısı ortalama eleman sayısı 5,500,000), türbülans modeli olarak standart k-ε modeli seçilmiştir (Kaya ve diğ., 2017). Türbülans çözücü ve ağ yapısını belirlemede; literatürde V profilli bir difüzör için yapılan deneysel bir çalışma alınmış, test bölgesi ANSYS'de modellenerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır (Çizelge 2 ve Şekil 7), (Taçgün, 2016).

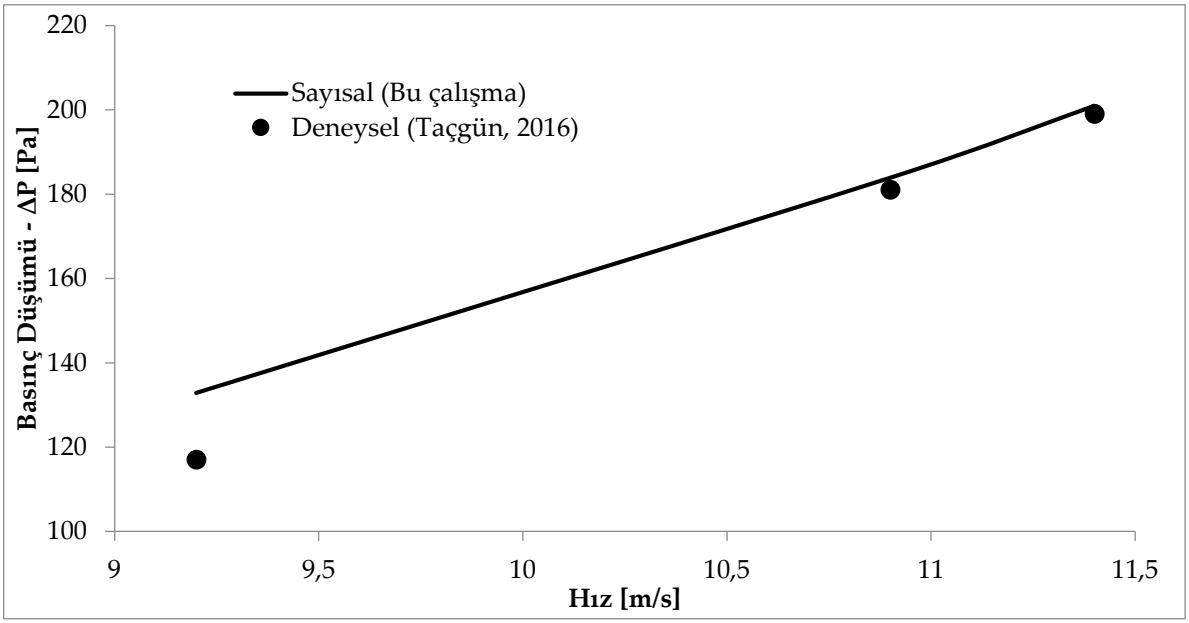
Çizelge 1. Kare geometrili ani kesit genişlemesine sahip boş hücrede farklı eleman boyutlarında oluşan basınç düşümü

Maksimum Hacim Elemanı Boyutu [mm]	Anemostad Maksimum Yüzey Elemanı Boyutu [mm]	Eleman Sayısı	Maksimum Çarpıklık	Minimum Ortogonal Kalite	Statik Basınç Düşümü, ΔP [Pa]
10	3	32,666,943	0.82660	0.17340	148.83654
15	3	10,875,996	0.81358	0.18642	150.38596
20	3	5,579,766	0.80656	0.19344	151.66988
25	3	3.699.135	0.81205	0.18795	165.61637
30	3	2,873,368	0.81226	0.18774	176.03717

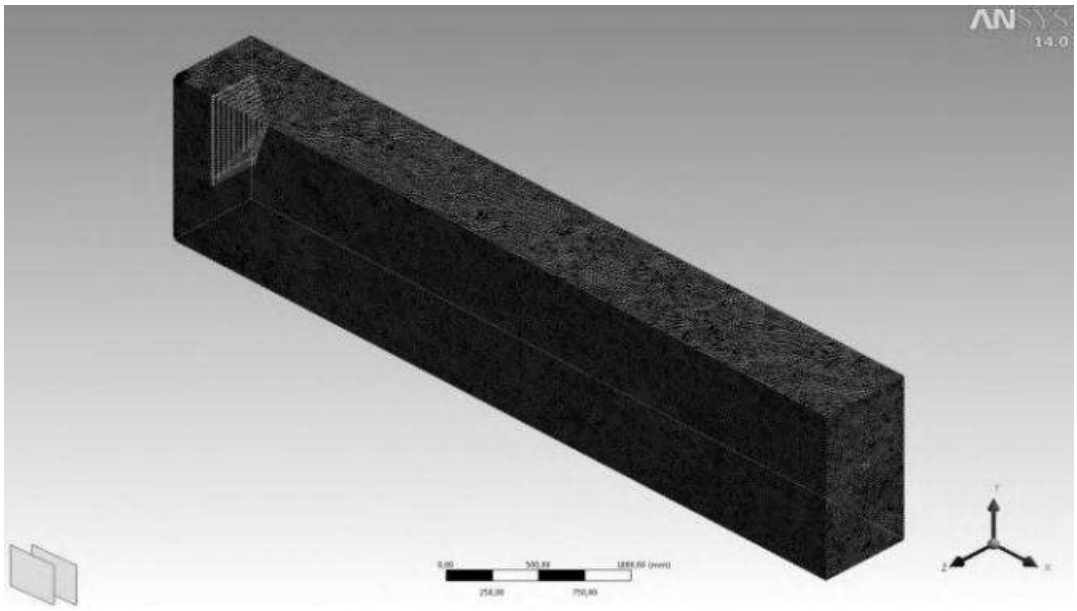
Bu çalışmada kullanılan geometri ve ağ yapısı ise Şekil 8'da verilmiştir. Genel bir kural, çoğu akışta üçgen/dörtyüzlü ağ için maksimum çarpıklığın 0.95'in altında tutulması gerektiği ve ortalama değerin ise bu değerden önemli ölçüde daha düşük olması gerektiğidir (Ansys Fluent User's Guide). Bu çalışmada yapılan analizler için oluşturulan ağ yapıları içerisinde en düşük ortogonal kalite değeri 0.17, en düşük ortalama ortogonal kalite değeri 0.76, en yüksek çarpıklık değeri 0.83 ve en yüksek ortalama çarpıklık değeri 0.23 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin yukarıda verilen kabul edilebilir aralıklar içerisinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. V Difüzördeki basınç düşümünün deneysel ve sayısal karşılaştırılması

Hız	Deneysel Çalışma (Taçgün, 2016)			Sayısal Çalışma (Bu çalışma)		
	Giriş Basıncı	Çıkış Basıncı	Basınç Düşümü	Giriş Basıncı	Çıkış Basıncı	Basınç Düşümü
[m/s]	P_G [Pa]	$P_Ç$ [Pa]	$\Delta P = P_G - P_Ç$ [Pa]	P_G [Pa]	$P_Ç$ [Pa]	$\Delta P = P_G - P_Ç$ [Pa]
9.2	603	486	117	618.85	486	132.85
10.9	873	692	181	875.88	692	183.88
11.4	944	745	199	945.95	745	200.95



. **Şekil 7.** V Difüzördeki basınç düşümünün deneysel ve sayısal karşılaştırılması



Şekil 8. Sayısal analizde kullanılan ağ yapısı

Sıkıştırılamaz bir akışkanın zaman bağımlı hareketi, kartezyen koordinatlarda Navier-Stokes denklemleri (Denklem 1) ve süreklilik denklemi (Denklem 2) ile ifade edilmektedir. Bu denklemlerde, hız ve basınç büyüklükleri zaman ortalamalı ve çalkantı terimleri cinsinden yazıldığında, zaman ortalamalı denklemler Reynolds ortalamalı Navier-Stokes denklemleri (Denklem 3) olarak elde edilmektedir. Bu denklemlerde yer alan çalkantı terimlerinin hesaplanmasına yönelik olarak çok sayıda türbülans modeli geliştirilmiştir (Özmen, 2006).

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j}=-\frac{\partial P}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right]+F \tag{1}$$

Atalet kuvvetleri = basınç kuvveti + sürtünme kuvveti + kütlesel kuvvetler

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}+\frac{\partial \rho u_i}{\partial x_i}=0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial(\rho\overline{u_i})}{\partial t}+\frac{\partial(\rho\overline{u_i}\overline{u_j})}{\partial x_j}=-\frac{\partial \overline{P}}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j}+\frac{\partial \overline{u_j}}{\partial x_i}\right)-\rho\overline{u_i}\overline{u_j}\right]+F \tag{3}$$

Standart k-ε türbülans modeli: : İki denklemli türbülans modelleri arasında ekonomikliği ve pek çok akış olayında kabul edilebilir doğrulukta sonuç vermesi açısından yaygın olarak kullanılan yarı ampirik bir modeldir. Türbülans kinetik enerjisi (k) ve türbülans kinetik enerjinin dağılımı (ε) için yazılan iki adet transport denkleminin çözümü ve türbülans viskozitesinin (μ_t) hesabını içerir. Kaldırma kuvvetleri etkisi ihmal edildiğinde, bu transport denklemleri k ve ε için sırası ile Denklem 4 ve Denklem 5'de verilen şekilde yazılabilir (Şimşek, 2011).

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho k u_i)}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{u_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+G_k-\rho\varepsilon \tag{4}$$

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho\varepsilon u_i)}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{u_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_j}\right]+C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}G_k-C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{k} \quad (5)$$

"Standart k-ε" türbülans modelinin sabitleri aşağıda belirtilen değerlere sahiptir (Ansys Fluent 14.0 Theory Guide, 2011).

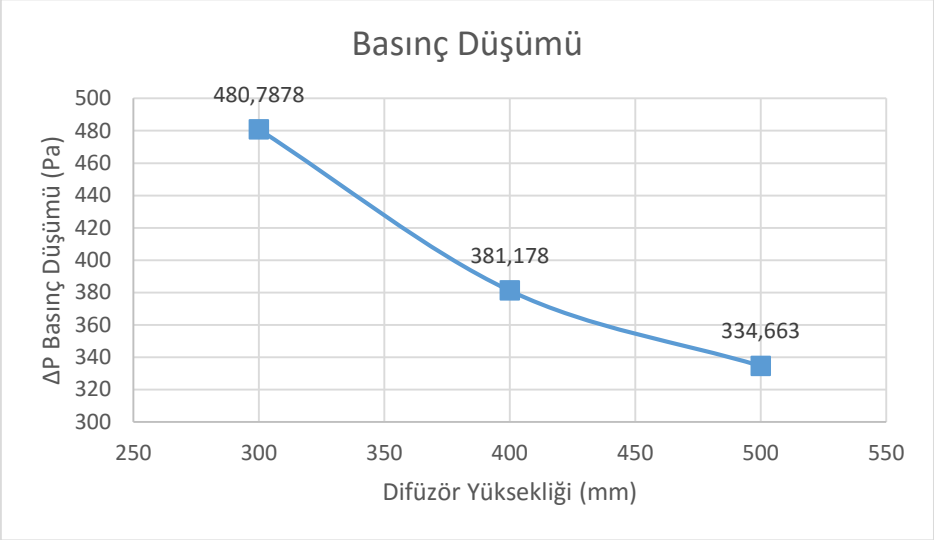
$C_{1\varepsilon}=1.44,\ C_{2\varepsilon}=1.92,\ C_\mu=0.09,\ \sigma_k=1.0,\ \sigma_\varepsilon=1.3$

3. BULGULAR VE ANALİZ

Bu çalışmada iç içe geçmiş beşli piramit tip difüzör tasarlanarak sayısal olarak basınç düşümü elde edilmiş ve akış analizi yapılmıştır. Çizelge 3 'te ve Şekil 9'da elde edilen basınç kaybı değerleri görülmektedir.

Çizelge 3. İç İçe Geçmiş Beşli Kesik Piramit Tip Difüzörün Basınç Düşümü Değerleri

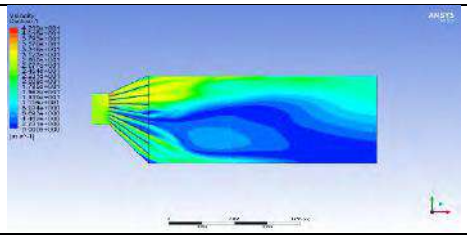
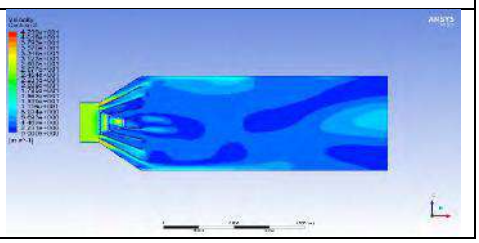
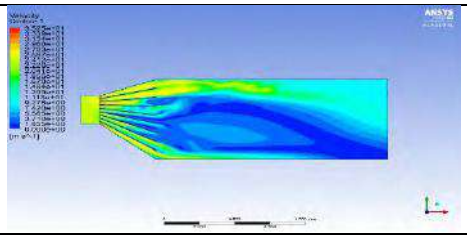
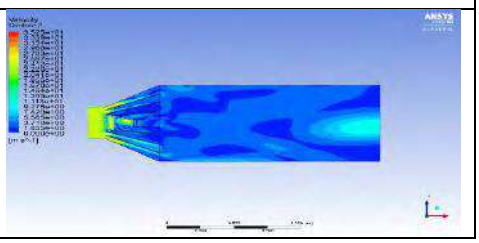
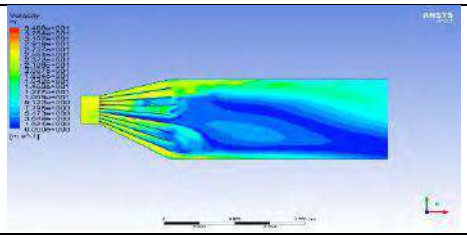
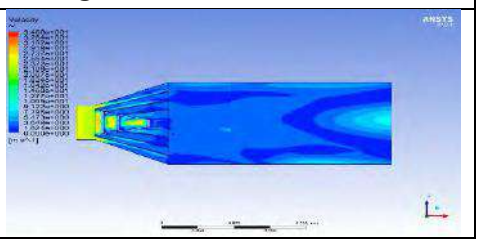
Difüzör Yüksekliği	ΔP (P_1-P_2) (Pa)
300 mm	480,7878
400 mm	381,178
500 mm	334,663



Şekil 9. İç içe geçmiş beşli piramit tip difüzörün basınç düşüm değerleri

Yapılan sayısal çalışmada elde edilen sonuçlara göre tüm difüzör geometrilerinde difüzör yüksekliği arttıkça kanal çıkışı ile kanal girişi arasındaki basınç kaybı değeri azalmıştır.

Gerçekleştirile analizler sonucunda üç farklı difüzör yüksekliğindeki (300 mm, 400 mm, 500 mm) beşli iç içe geçmiş kesik piramit tip difüzör için elde edilen hız dağılımları şekil 10'da verilmiştir.

300mm	XY dağılımı	XZ dağılımı
Beşli iç içe geçmiş difüzör		
400mm	**XY dağılımı**	**XZ dağılımı**
Beşli iç içe geçmiş difüzör		
500mm	**XY dağılımı**	**XZ dağılımı**
Beşli iç içe geçmiş difüzör		

Şekil 10. 300, 400 ve 500 mm yüksekliğindeki iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzör için difüzör (5) üst ve yan orta noktadan alınmış hız dağılımları

Şekil 10'da beşli iç içe geçmiş kesik piramit tip difüzörün hız dağılımları verilmiştir. Tüm geometri yapılarında difüzör yüksekliğinin azalmasıyla akış dağılımının daha homojene yakın olduğu görülmektedir. Tüm difüzör geometrileri incelendiğinde en iyi akış dağılımı 300 mm yüksekliğindeki iç içe geçmiş beşli difüzör geometrisinde elde edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada; iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzör için tasarlanan üç faklı difüzör yüksekliğinin (300 mm,400mm,500 mm) hız dağılımına ve basınç düşümüne etkisi sayısal olarak incelenmiş ve aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Tüm difüzör tiplerinde difüzör yüksekliğinin artmasıyla basınç düşümü azalmıştır.

2. En az basınç düşümü 500 mm yüksekliğine sahip iç içe geçmiş beşli piramit tip difüzörde elde edilmiştir.

3. En düzgün hız dağılımı, 300 mm piramit yüksekliğine sahip iç içe geçmiş beşli kesik piramit tip difüzörde elde edilmiştir.

4. Piramit yüksekliğinin artmasıyla akışın daha düzensiz bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

SEMBOLLER

$C_{1\varepsilon}, C_{2\varepsilon}$: türbülans modeli sabitlerini,
F : kuvveti [N],
G_k :türbülans kinetik enerjisi üretimini [kg/(m.s^3)],
k : türbülans kinetik enerjisini [m^2/s^2],
P : basıncı [N/m^2 veya Pa],
$P_Ç$ *: çıkış kesitindeki statik basıncı* [Pa],
P_G *: giriş kesitindeki statik basıncı* [Pa],
t : zamanı [s],

u : yatay doğrultudaki hız bileşenini [m/s],
$\overline{u}$:yatay doğrultudaki ortalama hız bileşenini [m/s],
x : yatay koordinatı [m],

Yunan Harfleri

α : difüzör kanat açısını [°],
μ : dinamik viskoziteyi [kg/(m.s)],
μ_t : türbülans viskozitesini [kg/(m.s)],
ε : türbülans kinetik enerjinin dağılımı [m^2/s^3],
ρ : yoğunluğu, [kg/m^3]
σ_k : k için türbülanslı Prandtl sayısını,
σ_ε : ε için türbülanslı Prandtl sayısını,
ΔP *: basınç düşümünü* [Pa] ifade etmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma; KSÜ Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2017/4-32M nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu çalışma; KSÜ Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2019/2-12 YLS nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan iş istasyonu ve Ansys yazılımı; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 217M865 numara ile desteklenen proje kapsamında tedarik edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

Abantoa, J., Barreroa, D., Reggioa, M., Ozella, B., 2004, "Airflow Modelling in A Computer Room", *Building and Environment*, Vol. 39, pp. 1393 – 1402.

AnsysFluent14.0*TheoryGuide*,2011,AnsysInc.,http://cdlab2.fluid.tuwien.ac.at/LEHRE/TURB/Fluent.Inc/v140/flu_th.pdf, URL (Erişim tarihi: 28.02.2014).Ansys Fluent *User's Guide*, Release 18.1, Ansys Inc.

Bağcı, M., 1998, *Teknik Resim*, Birsen Yayınevi Limited Şirketi, ISBN: 975-511-128-X, İstanbul, 286s.

Bayramgil, V., Bayrak, S., Yükselen, M.A., Erim, M. Z., "Experimental Investigation of A Diffuser For Cooling And Air Conditioning System", *21st Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences,* Victoria, AUSTRALIA, 13-18 Eylül 1998.

Bilge, M., 2010, *Klima Santralleri*, ISKAV Teknik Kitaplar Dizisi, No: 01, İstanbul, pp. 146.

Bulut, S., Ünveren, M., Arısoy, A, Böke, Y. E., "CFD Analiz Yöntemiyle Klima Santrallerinde İç Kayıpların Azaltılması", *T.M.M.O.B., X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir, TÜRKİYE, pp. 291-326, 13-16 Nisan 2011.

Guo, B.Y., Hou, Q.F., Yu, A.B., L,i L.F., Guo, J., 2013, "Numerical Modelling of The Gas Flow Through Perforated Plates", *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 91, pp. 403-408.

HVAC Systems Duct Design, 2006, Fourth Edition, Chapter 6, SMACNA.

Kaya, A., Kamer, M.S., Sönmez, K., "Klima Santrallerindeki Boş Hücreler İçin Tasarlanan Bir Anemostat Tip Difüzörün Akış Üzerindeki Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi", *21. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi,* pp. 226-233, Çorum, TÜRKİYE, 13-16 Eylül 2017.

Kaya, A., Kamer, M.S., Sönmez, K., Bilici, E., "Merkezi Klima Santrali İçin Tasarlanan Kesik Piramit Tip Difüzörün Akış Dağılımına Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi" , *22. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Kocaeli* , TÜRKİYE, 11-14 Eylül 2019.

Noui-Mehidi, M.N., Wu J., Sutalo, I.D., Grainger, C., 2005, "Velocity Distribution Downstream of An Asymmetric Wide-angle Diffuser", *Experimental Thermal and Fluid Science*, Vol. 29, pp. 649-657.

Özmen, Y., 2006, *Farklı Çatı Tipleri ve Eğimlerindeki Binalar Üzerinde Rüzgar Etkilerinin Deneysel ve Teorik İncelenmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 191s.

Şahin, B., 1989, "Pressure Losses in An İsolated Perforated Plate And Jets Emerging From The Perforated Plate*", International Journal of Mechanical Science*, Vol. 31, pp. 51-61.

Şahin, B., Ward-Smith A.J., 1987, "The Use Of Perforated Plates To Control The Flow Emerging From A Wide-Angle Diffuser, With Application To Electrostatic Precipitator Design", *Heat and Mass Transfer,* Vol. 8, pp. 124-131.

Şahin, B., Ward-Smith A.J., 1990, "Effect of Perforated Plates On Wide-angle Diffuser-exit Velocity Profiles", *Journal of Wind EnginEering and Industrial Aerodynamics*, Vol. 34, pp. 113-125.

Şahin, B., Ward-Smith A.J., 1991, "Flow Control by Perforated Plates Using A Blanking Technique in Wide-angle Diffusers Employed in Practical Electrostatic Precipitator Systems", *Journal of Wind Engiinering and Industrial Aerodynamics*, Vol. 37, pp. 269-284.

Şahin, B.,Ward-Smith A.J., 1993, "The Pressure Distribution in And Flow Characteristics of Wide-angle Diffusers Using Perforated Plates for Flow Control With Application to Electrostatic Precipitators", *International Journal of Mechanical Science*, Vol. 35, pp. 117-127.

Şahin, B., Ward-Smith A.J., Lane D., 1995, "The Pressure Drop And Flow Characteristics Of Wide-Angle Screened Diffusers Of Large Area Ratio", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. 58, pp. 33-50.

Şimşek, O., 2011, *Eğrisel Geniş Başlıklı Savak Üzerinden Geçen Açık Kanal Akımının Deneysel ve Teorik Analizi,* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 93s.

Taçgün, E., 2016, *Klima Santrallerinde Kullanılan V Profil Delikli Difüzörlü Hücrenin Akış Performansının Sayısal ve Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 191s.

3 BOYUTLU YAZICI İLE FARKLI RENKLERDE ABS VE PLA FİLAMENTLER KULLANILARAK ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ

* [1]Muhammed Safa KAMER, [2]Hakan YAYKAŞLI, [3]Şemsettin TEMİZ, [4]Ahmet KAYA

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye
[4]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile ABS ve PLA malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine filament renginin etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. ABS malzemede 3 farklı renk (Beyaz, Gümüş, Turuncu), PLA malzemede 4 farklı renk (İnci Beyazı, Mavi Turuncu, Yeşil) kullanılarak her parametre için dörder adet olacak şekilde, 12 adet ABS ve 16 adet PLA malzeme ile toplam 28 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı renklerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcı, ABS Filament, PLA Filament, Mekanik Özellikler, Çekme Testi.

INVESTIGATION OF TENSILE SPECIMENS PRODUCED USING ABS AND PLA FILAMENTS OF DIFFERENT COLORS WITH 3D PRINTER

ABSTRACT

In this study; tensile samples were produced using 3D printer having heating bed (Ultimaker 2 Extended) and ABS and PLA materials. Samples produced have been investigated the effect color of filament on the mechanical properties. For dimensioning of tensile samples was used ASTM D638-14 standard. A total of 28 test samples was produced with 12 ABS and 16 PLA materials with four for each parameter using 3 different colors (white, silver, Yesil) in ABS material and 4 different colors (Pearl White, Blue Orange, Green) in PLA material. Weights of the produced samples were measured also the tensile for produced samples test was performed. The mechanical properties of the samples produced by using ABS and PLA materials with the same parameters in the 3D printer were compared.

Keywords: 3D Printer, ABS Filament, PLA Filament, Mechanical Properties, Tensile Test.

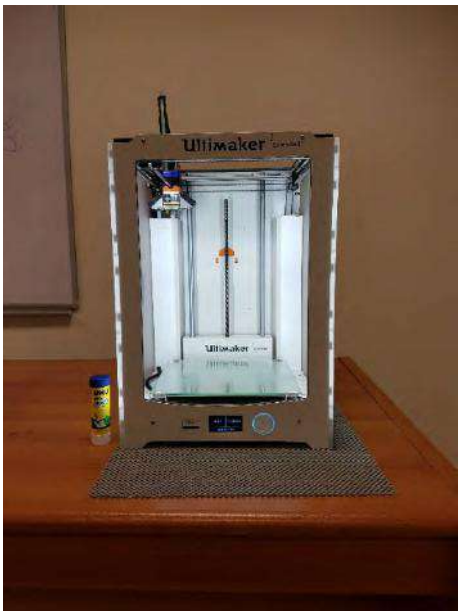
1. GİRİŞ

3 boyutlu yazıcı (3D printing) veya eklemeli imalat (dditive manufacturing) olarak bilinen üretim tekniği, son yıllarda havacılık, otomotiv, enerji ve sağlık sektörlerinde giderek kullanım alanı artmaktadır. 3 boyutlu yazıcı teknikleri, seçilen şekil ve özelliklere uygun parametreler ile filamentler eritilerek tabakaları üst üstte biriktirme prensibi ile çalışmaktadır [1]. Eklemeli imalatta yeni uygulamalar geliştirilmektedir. Düşük maliyetli 3D yazıcılar ve materyaller geliştirmek üzerine çalışmalar, okullarda, evlerde ve laboratuarlarda uygulama alanları bulmaktadır. Özellikle otomotiv sektöründe, çeşitli otomobil parçalarının tasarlanması ve geliştirilmesi zorluğundan dolayı, bu teknoloji ile prototiplemeye önem verilmektedir [2]. Regina ve ark. tarafından yapılan 3 boyutlu yazıcıda farklı renklerde filamentlerden üretilen parçaların özelliklerinin nasıl etkilediği çalışılmıştır. Filamentlerin renklendirilmesi için katkı maddesi olarak katılan kimyasal malzemelerin üretimi de çeşitli faydalar sağlayabileceği rapor edilmişdir. Bitmiş nesneler ile ilgili olarak, istenen nihai görünüme sahip parçalar elde etmek, ilave işleme gerek kalmadan istenilen üretimler elde edilebilmektedir [3].

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile ABS ve PLA malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine filament renginin etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. ABS malzemede 3 farklı renk (Beyaz, Gümüş, Turuncu), PLA malzemede 4 farklı renk (İnci Beyazı, Mavi Turuncu, Yeşil) kullanılarak her parametre için dörder adet olacak şekilde, 12 adet ABS ve 16 adet PLA malzeme ile toplam 28 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı renklerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

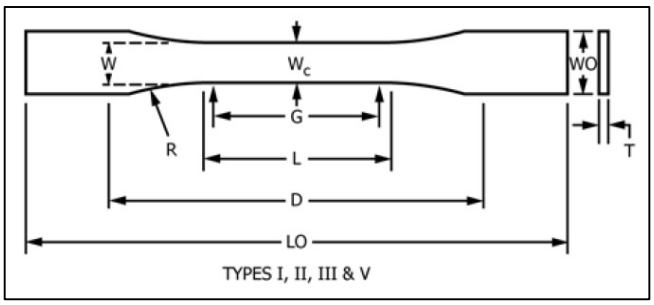
2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında kullanılan 3 boyutlu yazıcı ve üretilen test numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemede Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM imkânları kullanılmıştır. Test numunelerinin üretiminde "Ultimaker 2 Extended" [4] 3 boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı

Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [7] kullanılmıştır. Bu standart içerisinde 3 boyutlu yazıcının baskı tablasına sığabilecek ölçülerdeki çekme numunesi standardı olarak Type I ölçülerinde 3.2 mm kalınlıkta numuneler üretilmiştir. ASTM D638-14 standardı Type I ölçüleri Şekil 2'de verilmiştir. Belirtilen standart ölçülerindeki çekme numunesi 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında SolidWorks 2016 CAD yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır.



Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.)[A]

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Tolerances
	Type I	Type II	
W—Width of narrow section[E,F]	13 (0.50)	6 (0.25)	±0.5 (±0.02)[B,C]
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	±0.5 (±0.02)[C]
WO—Width overall, min[G]	19 (0.75)	19 (0.75)	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min[G]	...	...	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min[H]	165 (6.5)	183 (7.2)	no max (no max)
G—Gage length[I]	50 (2.00)	50 (2.00)	±0.25 (±0.010)[C]
G—Gage length[I]	...	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	±1 (±0.04)[C]
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	±1 (±0.04)

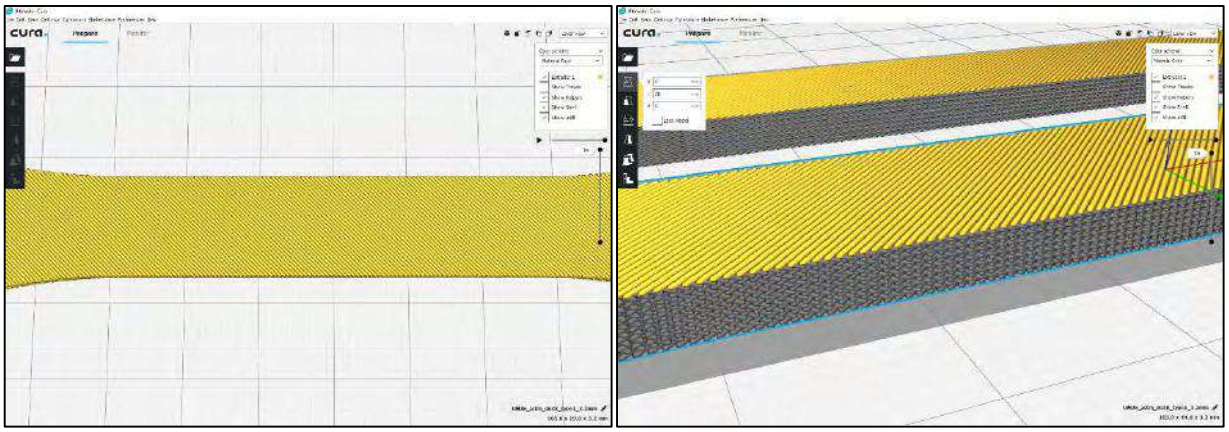
Şekil 2. ASTM D638-14 standardı Type I [7]

Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapabilmek için herhangi bir CAM yazılımı ile üretimi yapılacak tasarımın G-kodlarının oluşturulması gerekmektedir. SolidWorks 2016 CAD yazılımı ile 3 boyutlu olarak tasarımı yapılan çekme numunesinin G-kodlarının oluşturulmasında Ultimaker markasının kendi yazılımı olan Cura CAM yazılımı kullanılmıştır. Cura yazılımında öncelikle 3 boyutlu yazıcı seçimi yapılmış (Ultimaker 2 Extended) ve SolidWorks 2016 CAD yazılımında ".stl" uzantısıyla farklı kaydedilmiş (".stl" uzantısıyla farklı kaydetme sırasında çözünürlük ayarlarından sapma toleransı ve açı toleransı değerleri maksimum hassasiyette çözünürlük sağlanması için en küçük değerlere ayarlanmıştır) olan çekme numunesi tasarımı açılmıştır. Tasarımın yazıcı tablası üzerindeki konumu, açısı vb. ayarlar yapıldıktan sonra Tablo 1'de belirtilen parametreler seçilerek tasarımın G-kodları oluşturulmuştur. Bu parametreler Cura CAM yazılımında Ultimaker 2 Extended 3

boyutlu yazıcı için varsayılan parametrelerdir. Cura CAM programında seçilen dolgu deseni görüntüleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Oluşturulan G-kodları SD kart yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.

Tablo 1. Cura CAM yazılımında seçilen parametreler

Yazıcı	Ultimaker 2 Extended with Olsson Block
Malzeme	Ultimaker ABS, Ultimaker PLA
Nozul çapı	0.4 mm
Katman kalınlığı	0.2 mm
Duvar kalınlığı	0 mm
Üst/Alt kalınlığı	0 mm
Dolgu yoğunluğu	%100
Dolgu deseni	Lines 0°
Yazdırma hızı	60 mm/s
Boşta gezme hızı	120 mm/s



Şekil 3. Cura CAM programında seçilen Lines 0° dolgu deseni görüntüleri

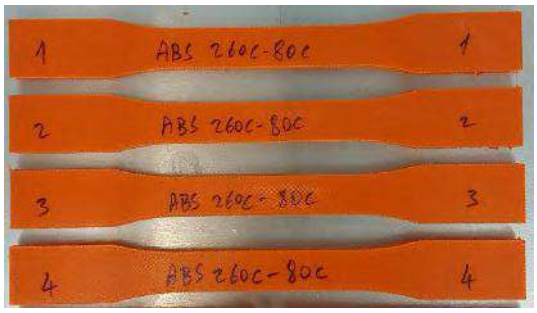
Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcıda öncelikle baskı tablasının manuel olarak kalibrasyonu yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıya Ultimaker marka ABS malzeme [5] veya Ultimaker marka PLA malzeme [6] takılmıştır. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcının baskı tablasının sıcaklığı ABS malzeme kullanıldığında 80°C'ye, PLA malzeme kullanıldığında ise 60°C'ye (Ultimaker ABS ve PLA malzemelerin ürün etiketlerinde belirtilen değere) ayarlanmıştır. ABS malzeme kullanılırken 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı 260°C'ye (225-260ºC Ultimaker ABS ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. PLA malzeme kullanılırken 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı 240°C'ye (195-240ºC Ultimaker PLA ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. Üretim işlemini başlatmadan önce, üretim sırasında numunenin ilk katmanının cam yazdırma tablasına daha iyi yapışmasını sağlamak için yazdırma tablası üzerine ince bir film tabakası kalınlığında stick yapıştırıcı (Uhu Stic Magic Blue) sürülmüştür. Yazdırma sonrasında farklı renklerde ABS ve PLA filamentler takılarak bu işlemler tekrarlanmıştır.



ABS Beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla

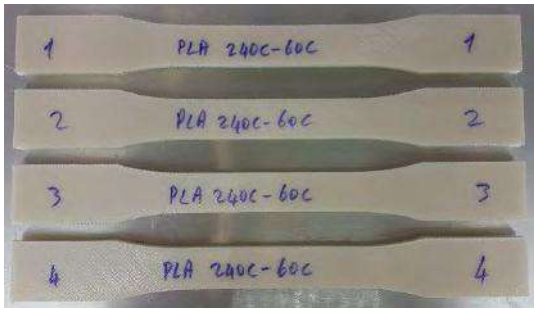


ABS Gümüş malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla

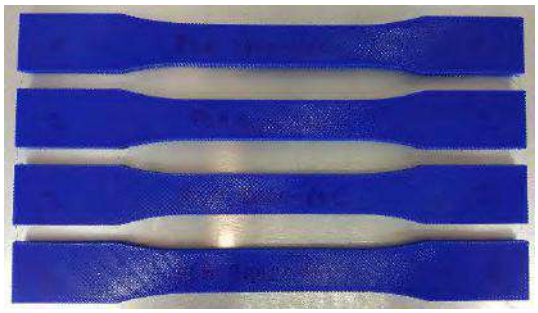


ABS Turuncu malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla

Şekil 4a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı renklerde ABS malzeme kullanılarak üretilen numuneler



PLA İnci Beyazı malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla



PLA Mavi malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla



PLA Turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla



PLA Yeşil malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla

Şekil 4b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı renklerde PLA malzeme kullanılarak üretilen numuneler

Kullanılan filament (ABS filament ve PLA filament) ve filament rankleri değiştirilerek ABS malzemede 3 farklı renk (Beyaz, Gümüş, Turuncu), PLA malzemede 4 farklı renk (İnci Beyazı, Mavi Turuncu, Yeşil) kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Her farklı renk için dörder adet olacak şekilde, 12 adet ABS ve 16 adet PLA malzeme ile toplam 28 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numuneler Şekil 4'de gösterilmiştir. Üretilen çekme numunelerinin ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri KERN PLS 6200-2A (kapasite: 6,200 g, hassasiyet: 0.01 g) hassas terazi ile yapılmıştır. Ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. Çekme testleri 100 kN kapasiteli Zwick/Roell Z100 çekme test cihazıyla yapılmıştır. Testler 5 mm/dk hızda ve ASTM D638 standardı seçilerek yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, farklı renklerde ABS ve PLA malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 28 adet numune üretilerek, numunelerin ağırlıkları ölçülmüş ve numuneler çekme testine tabi tutulmuştur.

Test numunelerinin ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2a ve Tablo 2b'de verilen yazdırma sonucunda numunelerin hassas terazi ile tartılması sonucu ölçülen değerler incelendiğinde, farklı renklerde hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin ağırlıklarında kayda değer bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Tablo 2a. Farklı renklerde ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin ağırlıkları

Filament Rengi	Ölçülen değerler
	Ortalama ağırlık (g)
ABS Beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	9.61
ABS Gümüş malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	9.05
ABS Turuncu malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	9.27

Tablo 2b. Farklı renklerde PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin ağırlıkları

Filament Rengi	Ölçülen değerler
	Ortalama ağırlık (g)
PLA İnci Beyazı malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	9.93
PLA Mavi malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	10.01
PLA Turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	9.54
PLA Yeşil malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	9.85

Tablo 3'de farklı renklerde hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemeti değerleri verilmiştir. Tablo 3a incelendiğinde farklı renklerde ABS malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Tablo 3b incelendiğinde farklı renklerde PLA malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde de kayda değer bir değişikliğin olmadığı görülmektedir.

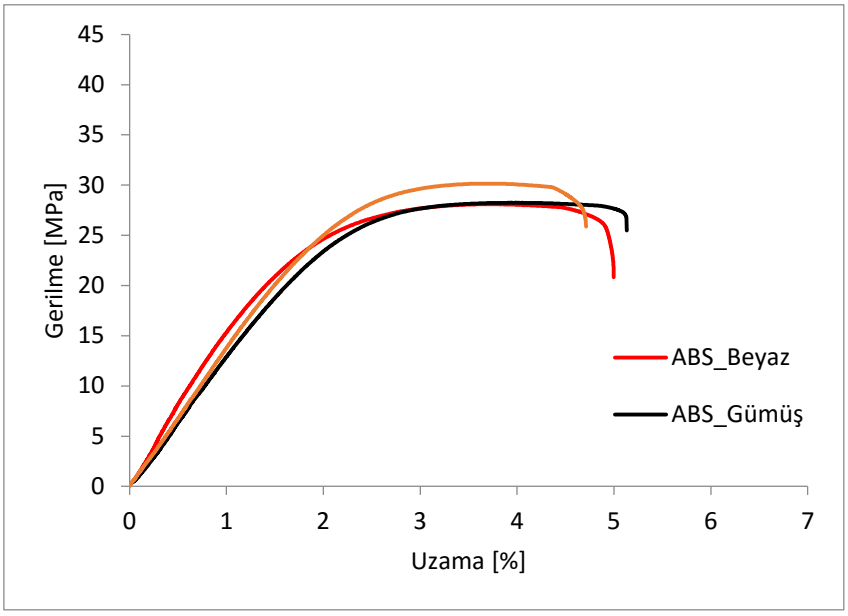
Tablo 3a. Farklı renklerde ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Filament Rengi	Çekme Mukavemeti (MPa)
ABS Beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	28.098
ABS Gümüş malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	28.246
ABS Turuncu malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	30.153

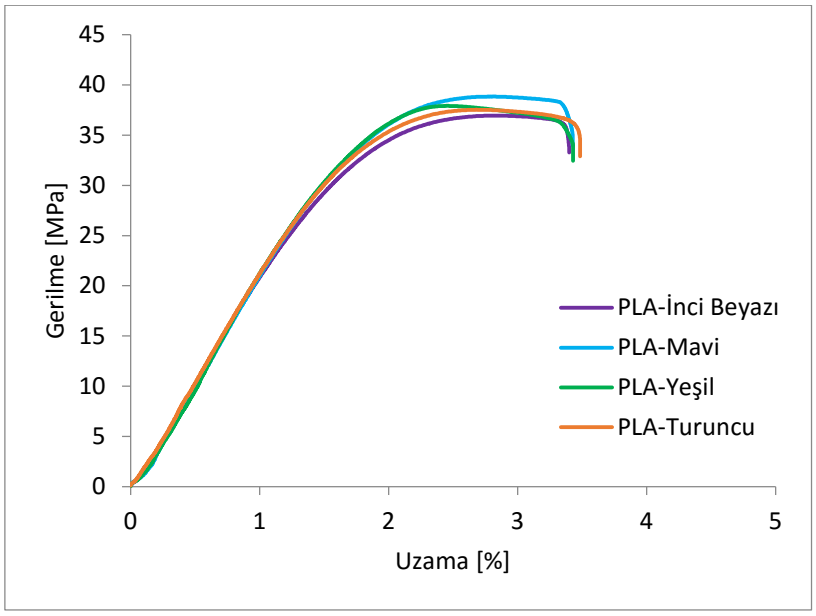
Tablo 3b. Farklı renklerde PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Filament Rengi	Çekme Mukavemeti (MPa)
PLA İnci Beyazı malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	36.950
PLA Mavi malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	38.849
PLA Turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	37.534
PLA Yeşil malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	37.920

Şekil 5'de farklı renklerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri verilmiştir. Şekil 5a incelendiğinde, farklı renklerde ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrilerinin neredeyse birbiriyle çakışık olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Şekil 5b incelendiğinde, farklı renklerde PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrilerinin neredeyse birbiriyle çakışık olduğu görülmektedir.



(a) ABS Malzeme



(b) PLA Malzeme

Şekil 5. Farklı renklerde filament kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, farklı renklerde ABS ve PLA malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [7] kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Farklı renklerde hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin ağırlıklarında kayda değer bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.
2. Farklı renklerde ABS malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir.
3. Farklı renklerde PLA malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir.
4. Farklı renklerde ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrilerinin neredeyse birbiriyle çakışık olduğu tespit edilmiştir.
5. Farklı renklerde PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrilerinin neredeyse birbiriyle çakışık olduğu tespit edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

[1] N. Guo, M.C. Leu, Additive manufacturing: Technology, applications and research needs, Front. Mech. Eng. 8 (2013) 215–243. doi:10.1007/s11465-013-0248-8.

[2] P.M. Pandey, N.V. Reddy, S.G. Dhande, Improvement of surface finish by staircase machining in fused deposition modeling, J. Mater. Process. Technol. 132 (2003) 323–331. doi:10.1016/S0924-0136(02)00953-6.

[3] F. Regina, F. Lavecchia, L.M. Galantucci, Preliminary study for a full colour low cost open source 3D printer, based on the combination of fused deposition modelling (FDM) or fused filament fabrication (FFF) and inkjet printing, Int. J. Interact. Des. Manuf. 12 (2018) 979–993. doi:10.1007/s12008-017-0432-x.

[4] Ultimaker.com, Ultimaker 2 Extended Factsheet, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (2019). https://ultimaker.com/download/5137/Factsheet-UM2Extended-v1.2.pdf.

[5] Ultimaker, Ultimaker Güvenlik Bilgi Formu ABS, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (n.d.). https://ultimaker.com/download/67644/SDS ABS v3.003-tur.pdf.

[6] Ultimaker, Ultimaker Teknik Bilgi Formu PLA, Url Erişim Tarihi03.03.2019. (n.d.). https://ultimaker.com/download/67608/SDS PLA v3.004-tur.pdf.

[7] ASTM-D638-14, Standard Test Method For Tensile Properties Of Plastics, 2003. doi:10.1520/D0638-14.1.

3 BOYUTLU YAZICI İLE ABS FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI TABLA VE NOZUL SICAKLIKLARINDA ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ

* [1]Muhammed Safa KAMER, [2]Hakan YAYKAŞLI, [3]Şemsettin TEMİZ, [4]Ahmet KAYA

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye
[4]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile ABS malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine tabla ve nozul sıcaklıklarının etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. 6 farklı tabla sıcaklığı (80°C, 70°C, 60°C, 50° C, 40°C, 30°C) ve 5 farklı nozul sıcaklığı (260°C, 250°C, 240°C, 230°C, 220°C) kullanılarak her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam 30 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcı, ABS Filament, Mekanik Özellikler, Çekme Testi.

INVESTIGATION OF TENSILE SPECIMENS PRODUCED AT DIFFERENT TABLE AND NOZZLE TEMPERATURES BY USING ABS FILAMENT WITH 3D PRINTER

ABSTRACT

In this study; tensile samples were produced using 3D printer having heating bed (Ultimaker 2 Extended) and ABS material. To samples produced have been investigated the effect the table and nozzle of temperature on the mechanical properties. For dimensioning of tensile samples was used ASTM D638-14 standard. A total of 30 test samples were produced using 6 different table temperatures (80°C, 70°C, 60°C, 50°C, 40°C, 30°C) and 5 different nozzle temperatures (260°C, 250°C, 240° C, 230°C, 220°C), three each for each parameter. Weights of the produced samples were measured also the tensile for produced samples test was performed. Mechanical properties of samples produced using ABS material at different table and nozzle temperatures in 3-D printer were compared.

Keywords: 3D Printer, ABS Filament, Mechanical Properties, Tensile Test.

1. GİRİŞ

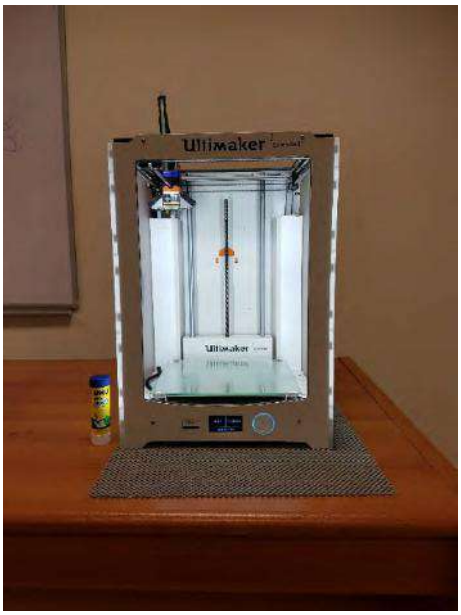
3-boyutlu yazıcılar, 3 boytlu bilgisayar destekli tasarım (CAD) verilerini doğrudan fiziksel prototip haline dönüştürmek için kullanılan bir teknolojidir. 3 boyutlu yazıcıların genel olarak baskı tekniği, bir CAD modelini bir dizi 2 boyutlu katmanlar olarak üst üste yığma yaparak, prototipi oluşturmaya dayanır. Mevcut birçok 3B yazıcı tekniklerinden biriside Fused Deposition Modelling (FDM) [1]. Bu işlemde, bir malzeme filamenti ısıtılmış bir nozulda eritilir ve bir platform üzerinde biriktirme işlemi ile katmanlar halinde üst üste yığma yaparak üretim gerçekleşir. 3 eksenli bir hareket sistemi kullanılarak, bu nozul, prototipin bir katmanını basan XY düzleminde hareket ettirilir. Bu katman bittiğinde, platformu Z yönünde bir adım yukarı doğru hareket ettirilir ve döngü, bütün model oluşana kadar bir sonraki tabaka için tekrarlanır[2].

FDM teknolojisi öncelikle hızlı prototiplenen polimer parçalarında kullanılır [3]. Malzeme seçimi, uygulama tipine ve istenen özelliklere bağlıdır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan malzemeler arasında çevre dostu bir malzeme olarak Akrilonitril Butadien Stiren (ABS) bulunmaktadır. Akrilonitril Butadien Stiren (ABS) kabul edilebilir mukavemetli parçalar için genel olarak tercih edilmektedir [4,5]. 3-boyulu yazıcılarda üretiminde katman kalınlığı, boşluklu yapı, katmanlar arası açılar gibi baskı parametrelerinin 3B yazıcılarda parçalarının performansını önemli ölçüde etkilediği gözlenmiştir [6]. Sood ve ark. yazdırma açılarını değiştirerek gerilme kuvvetinde artış gözlemlemişlerdir [7]. Aksine, Vega ve ark. çekme yüküne 0° açılı baskıda maksimum bir çekme dayanımı bildirmiştir. Ek olarak, sıfır açısında üretilen parçaların maksimum eğilme dayanımı için en uygun olduğu rapor edilmiştir [6].

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile ABS malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine tabla ve nozul sıcaklıklarının etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. 6 farklı tabla sıcaklığı (80°C, 70°C, 60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 5 farklı nozul sıcaklığı (260°C, 250°C, 240°C, 230°C, 220°C) kullanılarak her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam 30 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

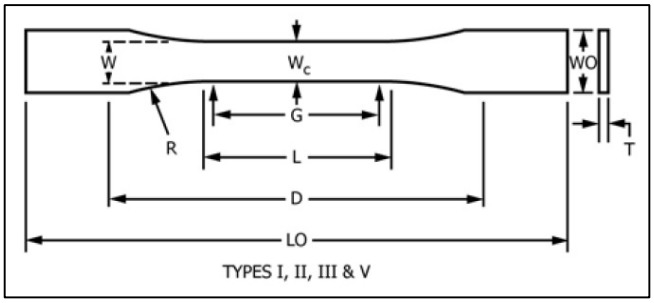
2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında kullanılan 3 boyutlu yazıcı ve üretilen test numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemede Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM imkânları kullanılmıştır. Test numunelerinin üretiminde "Ultimaker 2 Extended" [8] 3 boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı

Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [10] kullanılmıştır. Bu standart içerisinde 3 boyutlu yazıcının baskı tablasına sığabilecek ölçülerdeki çekme numunesi standardı olarak Type I ölçülerinde 3.2 mm kalınlıkta numuneler üretilmiştir. ASTM D638-14 standardı Type I ölçüleri Şekil 2'de verilmiştir. Belirtilen standart ölçülerindeki çekme numunesi 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında SolidWorks 2016 CAD yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır.



Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.)[A]

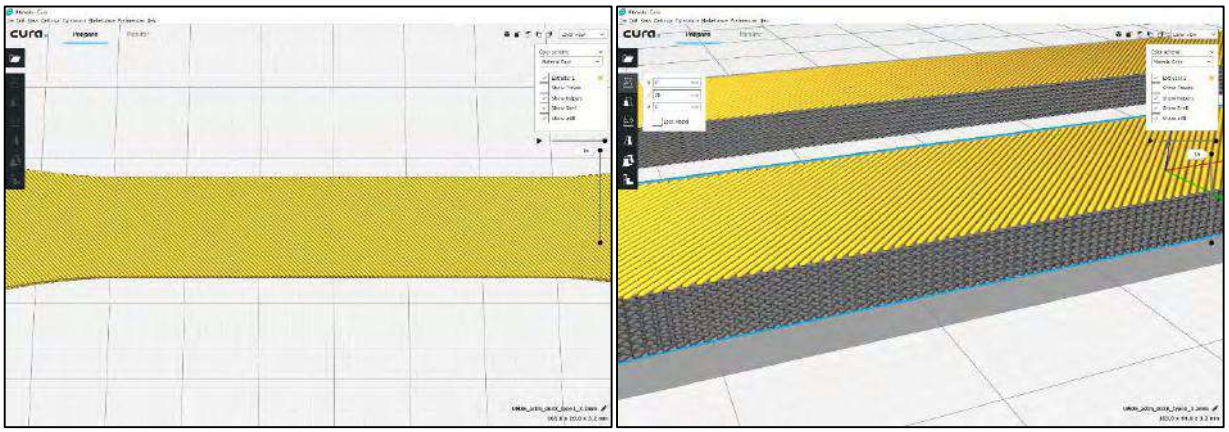
Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Tolerances
	Type I	Type II	
W—Width of narrow section[E,F]	13 (0.50)	6 (0.25)	±0.5 (±0.02)[B,C]
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	±0.5 (±0.02)[C]
WO—Width overall, min[G]	19 (0.75)	19 (0.75)	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min[G]	...	...	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min[H]	165 (6.5)	183 (7.2)	no max (no max)
G—Gage length[I]	50 (2.00)	50 (2.00)	±0.25 (±0.010)[C]
G—Gage length[I]	...	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	±1 (±0.04)[C]
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	±1 (±0.04)

Şekil 2. ASTM D638-14 standardı Type I [10]

Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapabilmek için herhangi bir CAM yazılımı ile üretimi yapılacak tasarımın G-kodlarının oluşturulması gerekmektedir. SolidWorks 2016 CAD yazılımı ile 3 boyutlu olarak tasarımı yapılan çekme numunesinin G-kodlarının oluşturulmasında Ultimaker markasının kendi yazılımı olan Cura CAM yazılımı kullanılmıştır. Cura yazılımında öncelikle 3 boyutlu yazıcı seçimi yapılmış (Ultimaker 2 Extended) ve SolidWorks 2016 CAD yazılımında ".stl" uzantısıyla farklı kaydedilmiş (".stl" uzantısıyla farklı kaydetme sırasında çözünürlük ayarlarından sapma toleransı ve açı toleransı değerleri maksimum hassasiyette çözünürlük sağlanması için en küçük değerlere ayarlanmıştır) olan çekme numunesi tasarımı açılmıştır. Tasarımın yazıcı tablası üzerindeki konumu, açısı vb. ayarlar yapıldıktan sonra Tablo 1'de belirtilen parametreler seçilerek tasarımın G-kodları oluşturulmuştur. Bu parametreler Cura CAM yazılımında Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı için varsayılan parametrelerdir. Cura CAM programında seçilen dolgu deseni görüntüleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Oluşturulan G-kodları SD kart yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.

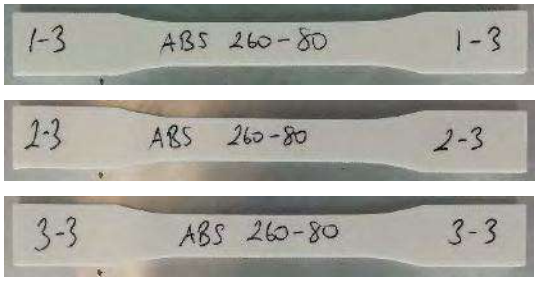
Tablo 1. Cura CAM yazılımında seçilen parametreler

Yazıcı	Ultimaker 2 Extended with Olsson Block
Malzeme	Ultimaker ABS beyaz
Nozul çapı	0.4 mm
Katman kalınlığı	0.2 mm
Duvar kalınlığı	0 mm
Üst/Alt kalınlığı	0 mm
Dolgu yoğunluğu	%100
Dolgu deseni	Lines 0°
Yazdırma hızı	60 mm/s
Boşta gezme hızı	120 mm/s

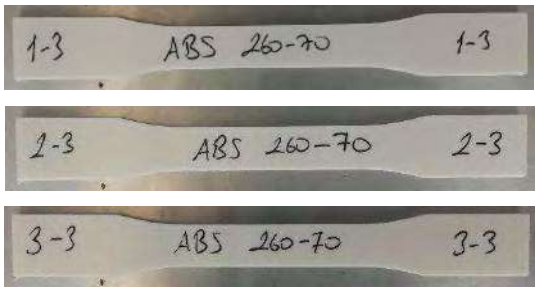


Şekil 3. Cura CAM programında seçilen Lines 0° dolgu deseni görüntüleri

Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcıda öncelikle baskı tablasının manuel olarak kalibrasyonu yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıya Ultimaker marka ABS beyaz malzeme [9] takılmıştır. Tüm çekme numuneleri bu malzeme kullanılarak üretilmiştir. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcının baskı tablasının sıcaklığı 80°C'ye (Ultimaker ABS malzemenin ürün etiketinde belirtilen değere) ayarlanmıştır. ABS malzeme kullanılırken 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı 260°C'ye (225-260ºC Ultimaker ABS ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. Üretim işlemini başlatmadan önce, üretim sırasında numunenin ilk katmanının cam yazdırma tablasına daha iyi yapışmasını sağlamak için yazdırma tablası üzerine ince bir film tabakası kalınlığında stick yapıştırıcı (Uhu Stic Magic Blue) sürülmüştür. Farklı tabla sıcaklıkları için yapılan üretimlerde 260°C nozul sıcaklığı sabit tutularak sadece tabla sıcaklıkları değiştirilmiştir. Farklı nozul sıcaklıkları için yapılan üretimlerde ise 80°C tabla sıcaklığı sabit tutularak sadece nozul sıcaklıkları değiştirilmiştir.



ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla



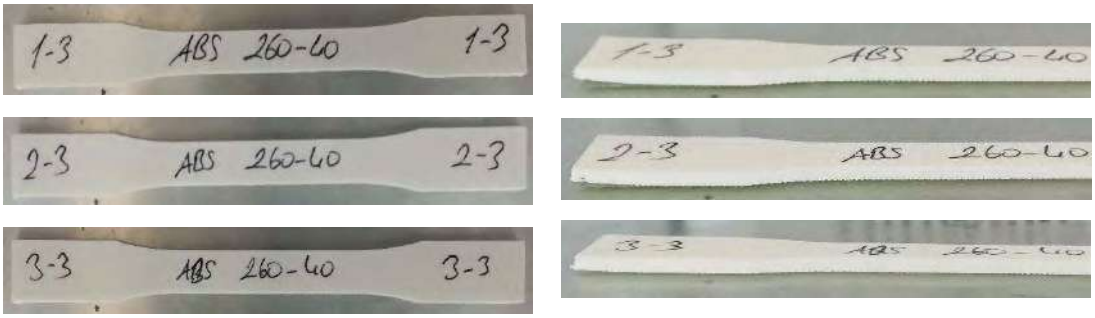
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 70°C tabla



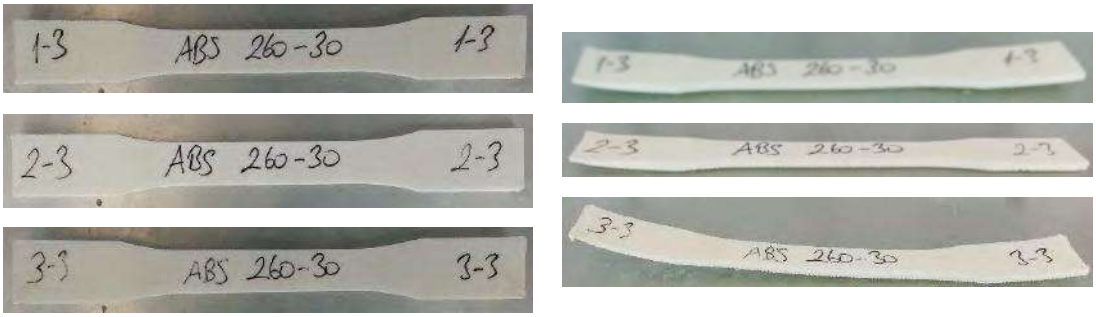
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 60°C tabla



ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 50°C tabla

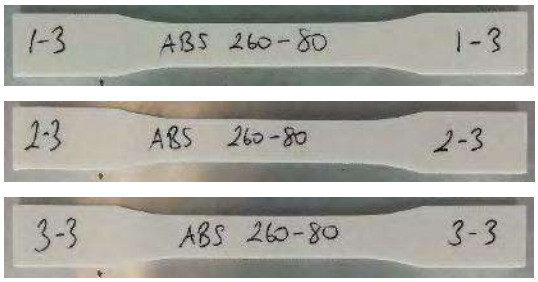


ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 40°C tabla

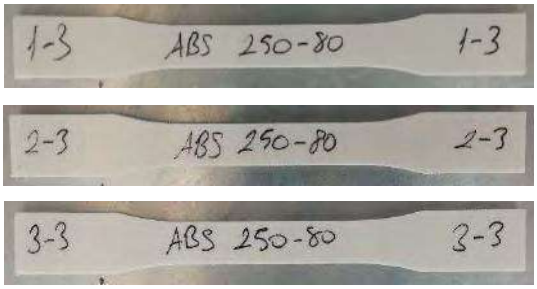


ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 30°C tabla

Şekil 4a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı tabla sıcaklıklarında üretilen numuneler



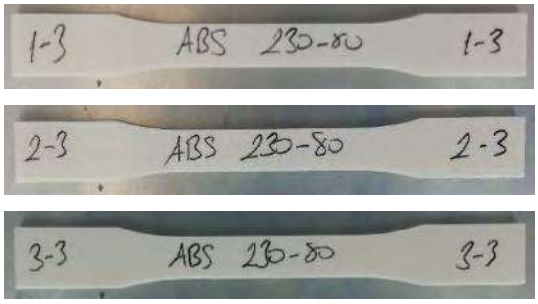
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla



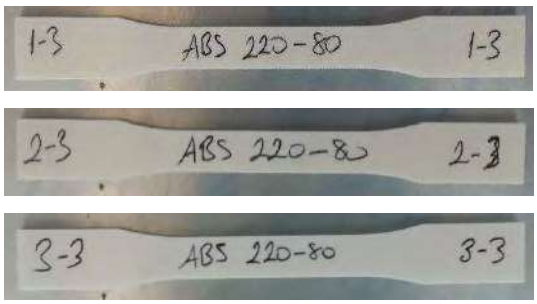
ABS beyaz malzeme - 250°C nozul - 80°C tabla



ABS beyaz malzeme - 240°C nozul - 80°C tabla



ABS beyaz malzeme - 230°C nozul - 80°C tabla



ABS beyaz malzeme - 220°C nozul - 80°C tabla

Şekil 4b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı nozul sıcaklıklarında üretilen numuneler

ABS malzeme ile tabla ve nozul sıcaklıkları değiştirilerek, 6 farklı tabla sıcaklığı (80°C, 70°C, 60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 5 farklı nozul sıcaklığı (260°C, 250°C, 240°C, 230°C, 220°C) kullanılarak her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam 30 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numuneler Şekil 4a ve 4b'de gösterilmiştir. Üretilen çekme numunelerinin ağırlıkları

ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri KERN PLS 6200-2A (kapasite: 6,200 g, hassasiyet: 0.01 g) hassas terazi ile yapılmıştır. Ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. Çekme testleri 100 kN kapasiteli Zwick/Roell Z100 çekme test cihazıyla yapılmıştır. Testler 5 mm/dk hızda ve ASTM D638 standardı seçilerek yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, 6 farklı tabla sıcaklığı (80°C, 70°C, 60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 5 farklı nozul sıcaklığı (260°C, 250°C, 240°C, 230°C, 220°C) ile ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 30 adet numune üretilerek, numunelerin ağırlıkları ölçülmüş ve numuneler çekme testine tabi tutulmuştur.

Test numunelerinin ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2a'da verilen yazdırma sonucunda numunelerin hassas terazi ile tartılması sonucu ölçülen değerler incelendiğinde, ABS malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarının da bir miktar azaldığı, bu ağırlık farkının 30°C ve 40°C tabla sıcaklıklarında daha belirgin olduğu görülmektedir. Şekil 4a incelendiğinde 30°C ve 40°C tabla sıcaklıkları ile üretilen numunelerin üretim esnasında tabladan bir miktar ayrıldığı görülmektedir. Bu da her katmandaki yazdırma sırasında filamentin nozuldan çıkmasını bir miktar engellemekte, bu nedenle de üretilen numunelerin tabladan ayrılan kısımlarındaki kalınlığın düşük olmasına sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu numunelerin ağırlıkları da diğer numunelerden daha düşük çıkmıştır. Tablo 2b incelendiğinde ise ABS malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarının da bir miktar azaldığı görülmektedir. Bunun nedeninin nozul sıcaklığının azalmasıyla, nozuldan çıkan filamentin akıcılığının azalmış olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Filamentin akıcılığının azalmasıyla, filament nozuldan çıkmakta zorlanmakta, böylece üretilen numunelerin arasında boşluklar oluşmaktadır. Bunun sonucu olarak da nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıkları azalmış olmaktadır.

Tablo 2a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı tabla sıcaklıklarında üretilen numunelerin ağırlıkları

Tabla sıcaklığı (°C)	Ölçülen değerler Ortalama ağırlık (g)
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	8.78
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 70°C tabla	8.81
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 60°C tabla	8.75
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 50°C tabla	8.65
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 40°C tabla	8.57
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 30°C tabla	8.02

Tablo 2b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin ağırlıkları

Nozul sıcaklığı (°C)	Ölçülen değerler Ortalama ağırlık (g)
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	8.78
ABS beyaz malzeme - 250°C nozul - 80°C tabla	8.71
ABS beyaz malzeme - 240°C nozul - 80°C tabla	8.58
ABS beyaz malzeme - 230°C nozul - 80°C tabla	8.38
ABS beyaz malzeme - 220°C nozul - 80°C tabla	8.03

Tablo 3a ve 3b'de farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin çekme mukavemeti değerleri verilmiştir. Tablo 3a incelendiğinde, ABS malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişimin olmadığı görülmektedir. 30°C ve 40°C tabla sıcaklıklarında üretilen numunelerin tabladan ayrılan kısımları çekme test bölgesinin dışında kaldığından, bu numunelerin çekme dayanımlarında herhangi bir düşüş gözlenmemiştir. Tablo 3b incelendiğinde ise ABS malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme dayanımlarının da azaldığı görülmektedir. Nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin arasında boşluklar oluştuğu ve numunelerin ağırlıklarının azaldığı yukarıda belirtilmiştir. Nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin arasında oluşan boşlukların, numunelerin çekme dayanımlarını da düşürdüğü söylenebilir.

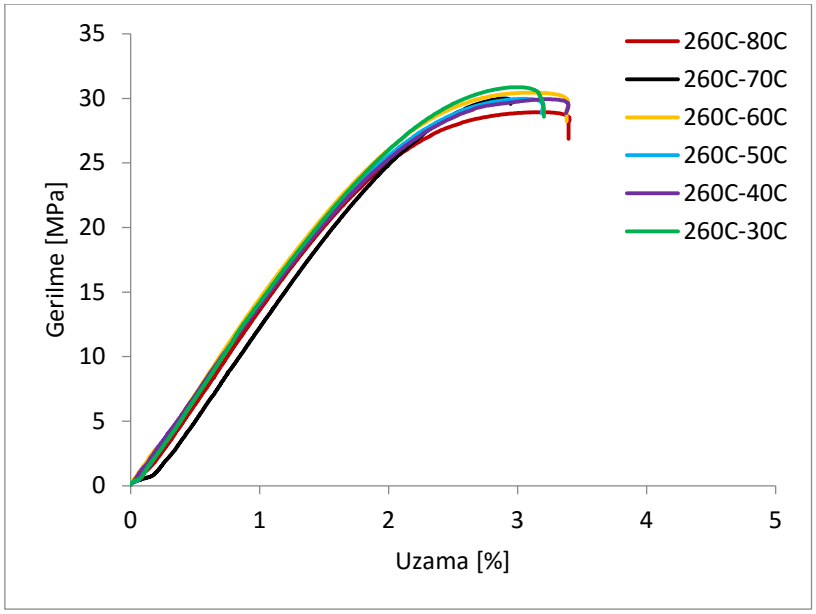
Tablo 3a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı tabla sıcaklıklarında üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Tabla sıcaklığı (°C)	Çekme Mukavemeti (MPa)
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	28.925
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 70°C tabla	29.995
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 60°C tabla	30.448
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 50°C tabla	29.962
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 40°C tabla	29.937
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 30°C tabla	30.865

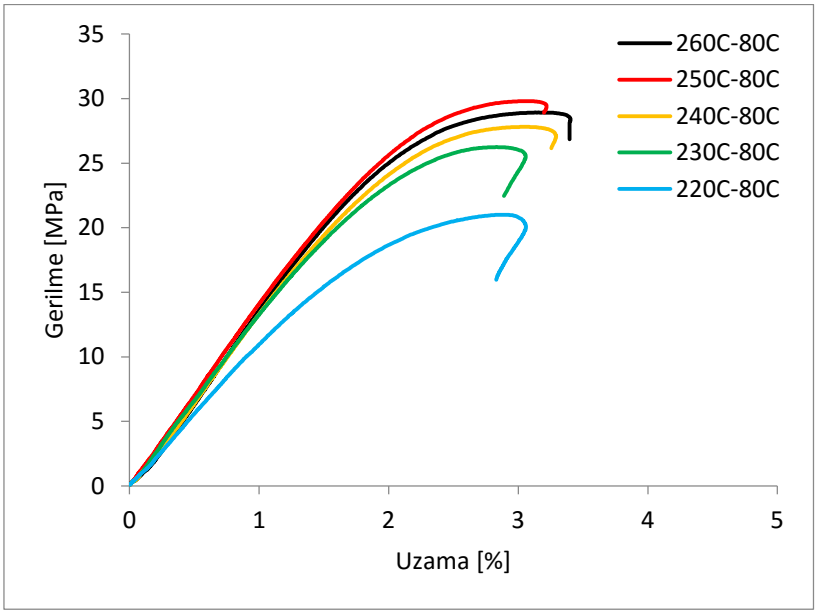
Tablo 3b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Nozul sıcaklığı (°C)	Çekme Mukavemeti (MPa)
ABS beyaz malzeme - 260°C nozul - 80°C tabla	28.925
ABS beyaz malzeme - 250°C nozul - 80°C tabla	29.813
ABS beyaz malzeme - 240°C nozul - 80°C tabla	27.815
ABS beyaz malzeme - 230°C nozul - 80°C tabla	26.247
ABS beyaz malzeme - 220°C nozul - 80°C tabla	21.011

Şekil 5'de farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri verilmiştir. Şekil 5.a incelendiğinde ABS malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrilerinde kayda değer bir değişimin olmadığı görülmektedir. Şekil 5.b incelendiğinde ABS malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme dayanımlarının da azaldığı görülmektedir.



(a) ABS Malzeme - Tabla sıcaklığı değişimi



(b) ABS Malzeme - Nozul sıcaklığı değişimi

Şekil 5. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, farklı tabla ve nozul sıcaklıkları ile ABS malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile ABS malzeme kullanılarak üretilen çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [10] kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. ABS malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarının da bir miktar azaldığı, bu ağırlık farkının 30°C ve 40°C tabla sıcaklıklarında daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.
2. 30°C ve 40°C tabla sıcaklıkları ile üretilen numunelerin üretim esnasında tabladan bir miktar ayrıldığı belirlenmiştir.
3. ABS malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.
4. ABS malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarının da bir miktar azaldığı, bunun nedeninin nozul sıcaklığının azalmasıyla, nozuldan çıkan filamentin akıcılığının azalmış olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.
5. Filamentin akıcılığının azalmasıyla, filament nozuldan çıkmakta zorlandığı, böylece üretilen numunelerin arasında boşluklar oluştuğu belirlenmiştir.
6. ABS malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme dayanımlarının da azaldığı belirlenmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

[1] A.K. Kamrani, E.A. Nasr, Engineering Design and Rapid Prototyping, Springer New York, US. (2010).

[2] A.K. Sood, R.K. Ohdar, S.S. Mahapatra, Parametric appraisal of mechanical property of fused deposition modelling processed parts, Mater. Des. 31 (2010) 287–295. doi:10.1016/j.matdes.2009.06.016.

[3] M. Dawoud, I. Taha, S.J. Ebeid, Mechanical behaviour of ABS: An experimental study using FDM and injection moulding techniques, J. Manuf. Process. 21 (2016) 39–45. doi:10.1016/j.jmapro.2015.11.002.

[4] D.T. Pham, R.S. Gault, A comparison of rapid prototyping technologies, Int. J. Mach. Tools Manuf. 38 (1998) 1257–1287. doi:10.1016/S0890-6955(97)00137-5.

[5] S. Kumar, J.P. Kruth, Composites by rapid prototyping technology, Mater. Des. 31 (2010) 850–856. doi:10.1016/j.matdes.2009.07.045.

[6] V. Vega, J. Clements, T. Lam, A. Abad, B. Fritz, N. Ula, O.S. Es-Said, The effect of layer orientation on the mechanical properties and microstructure of a polymer, J. Mater. Eng. Perform. 20 (2011) 978–988. doi:10.1007/s11665-010-9740-z.

[7] A.K. Sood, R.K. Ohdar, S.S. Mahapatra, Experimental investigation and empirical modelling of FDM process for compressive strength improvement, J. Adv. Res. 3 (2012) 81–90. doi:10.1016/j.jare.2011.05.001.

[8] Ultimaker.com, Ultimaker 2 Extended Factsheet, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (2019). https://ultimaker.com/download/5137/Factsheet-UM2Extended-v1.2.pdf.

[9] Ultimaker, Ultimaker Güvenlik Bilgi Formu ABS, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (n.d.). https://ultimaker.com/download/67644/SDS ABS v3.003-tur.pdf.

[10] ASTM-D638-14, Standard Test Method For Tensile Properties Of Plastics, 2003. doi:10.1520/D0638-14.1.

3 BOYUTLU YAZICI İLE FARKLI DOLGU DESENLERİ KULLANILARAK ABS VE PLA FİLAMENTLERLE ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ

[*] [1]Muhammed Safa KAMER, [2]Hakan YAYKAŞLI, [3]Şemsettin TEMİZ, [4]Ahmet KAYA

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye
[4]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile ABS ve PLA malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine dolgu deseninin (infill pattern) etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. 5 farklı dolgu deseni (Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag) kullanılarak her parametre için dörder adet olacak şekilde, 20 adet ABS ve 20 adet PLA malzeme ile toplam 40 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcı, ABS Filament, PLA Filament, Mekanik Özellikler, Çekme Testi.

INVESTIGATION OF TENSILE SPECIMENS PRODUCED WITH ABS AND PLA FILAMENTS USING DIFFERENT INFILL PATTERNS WITH 3D PRINTER

ABSTRACT

In this study; tensile samples were produced using table heated 3D printer (Ultimaker 2 Extended) and ABS and PLA materials. Samples produced have been investigated the effect of infill pattern on the mechanical properties. For dimensioning of tensile samples was used ASTM D638-14 standard. Using 5 different fill patterns (Lines 0 ° - Lines 90 ° Connect - Lines 180 ° - Concentric - Zig Zag), 20 ABS and 20 PLA materials and 40 test samples for each parameter were produced. Weights of the produced samples were measured also the tensile for produced samples test was performed.

Keywords: 3D Printer, ABS Filament, PLA Filament, Mechanical Properties, Tensile Test.

1. GİRİŞ

Son on yıllarda, eklemeli imalat (additive manufacturing) olarak bilinen üretim teknolojisinde malzeme, ekipman ve üretim süreçleri dahil olmak üzere çeşitli yönlerde kayda değer ilerleme görülmektedir. Eklemeli imalat ile katmanları birbiri üzerine biriktirerek nihai ürün elde edilmektedir [1]. Dünyada yaygın bir şekilde kullanılmakta olan eriyik yığma modelleme teknolojisi olarak bilinen Fused Deposition Modelling (FDM) üretim tekniği, dünyadaki 3D yazıcılarının yaklaşık %50'den fazlasını oluşturduğu tahmin edilmektedir. Eklemeli imalat yöntemleri arasında FDM, basitliği ve düşük maliyeti gibi nedenlerden dolayı endüstri için cazip hale gelmektedir. Genel olarak imalatı ve hızlı prototipleme avantajlarından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır [2].

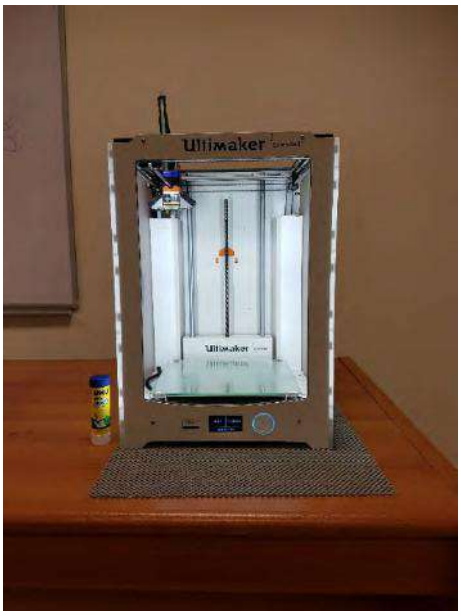
FDM 3B yazıcıdaki baskı desenlerinin değişimi, üretilen parçaların mekanik özelliklerin de farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebi filamentlerin farklı dolgu yönlenmelerinden dolayı anizotropik malzeme oluşturmasıdır. Yığma dolgu desenlerinin karmaşık ve katmanlar arasında bağlanma noktalarında oluşan boşluklar sayesinde, mekanik özellikler geliştirilebilmektedir [3].

FDM ile üretiminde farklı baskı desen parametreleri kullanılarak basılacak parçaların mukavemeti üzerindeki etkisinin araştırılması için sayısız araştırma yapılmıştır. Ahn ve ark. ABS filamenti kullanarak 3 boyutlu yazıcıda üretilen parçaların çekme mukavemetlerini incelediler. Dolgu deseni değişiminin, boşluklu yapıların, dolgu genişliği, renk ve nozul sıcaklık parametrelerinin etkilerini araştırdılar. Boşluklu yapıyı en aza indirerek elde edilen numunelerin gerilme mukavemeti, enjeksiyonla kalıplanmış numuneler ile karşılaştırıldığında gerilme kuvvetinin % 72 oranında artırıldığını rapor etmişlerdir [4].

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile ABS ve PLA malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine dolgu deseninin (infill pattern) etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. 5 farklı dolgu deseni (Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag) kullanılarak her parametre için dörder adet olacak şekilde, 20 adet ABS ve 20 adet PLA malzeme ile toplam 40 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

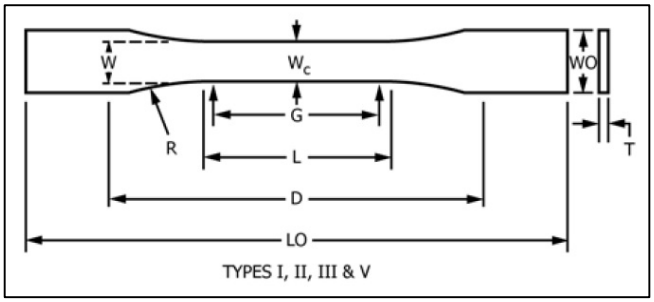
2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında kullanılan 3 boyutlu yazıcı ve üretilen test numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemede Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM imkânları kullanılmıştır. Test numunelerinin üretiminde "Ultimaker 2 Extended" [5] 3 boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı

Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [6] kullanılmıştır. Bu standart içerisinde 3 boyutlu yazıcının baskı tablasına sığabilecek ölçülerdeki çekme numunesi standardı olarak Type I ölçülerinde 3.2 mm kalınlıkta numuneler üretilmiştir. ASTM D638-14 standardı Type I ölçüleri Şekil 2'de verilmiştir. Belirtilen standart ölçülerindeki çekme numunesi 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında SolidWorks 2016 CAD yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır.



Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.)[A]

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Tolerances
	Type I	Type II	
W—Width of narrow section[E,F]	13 (0.50)	6 (0.25)	±0.5 (±0.02)[B,C]
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	±0.5 (±0.02)[C]
WO—Width overall, min[G]	19 (0.75)	19 (0.75)	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min[G]	...	...	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min[H]	165 (6.5)	183 (7.2)	no max (no max)
G—Gage length[I]	50 (2.00)	50 (2.00)	±0.25 (±0.010)[C]
G—Gage length[I]	...	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	±1 (±0.04)[C]
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	±1 (±0.04)

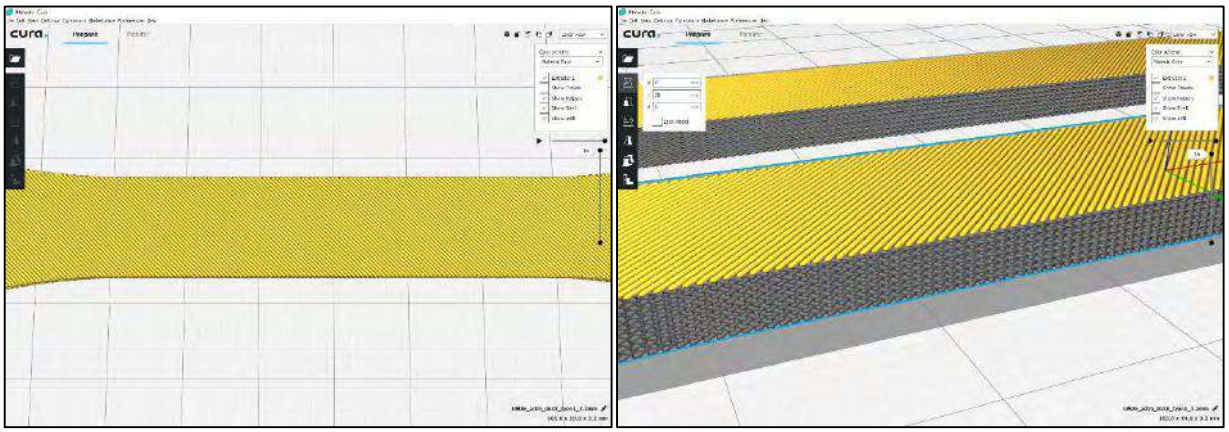
Şekil 2. ASTM D638-14 standardı Type IV[B] [6]

Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapabilmek için herhangi bir CAM yazılımı ile üretimi yapılacak tasarımın G-kodlarının oluşturulması gerekmektedir. SolidWorks 2016 CAD yazılımı ile 3 boyutlu olarak tasarımı yapılan çekme numunesinin G-kodlarının oluşturulmasında Ultimaker markasının kendi yazılımı olan Cura CAM yazılımı kullanılmıştır. Cura

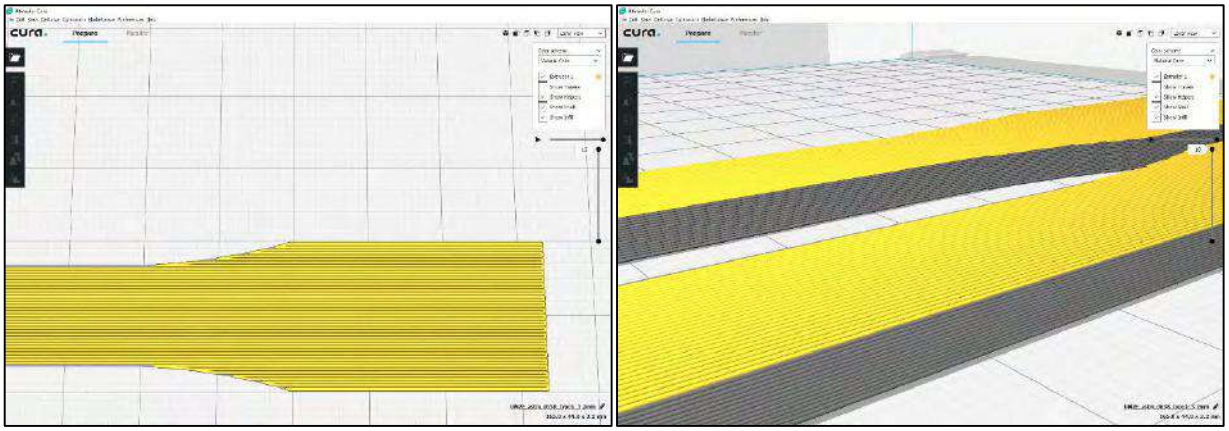
yazılımında öncelikle 3 boyutlu yazıcı seçimi yapılmış (Ultimaker 2 Extended) ve SolidWorks 2016 CAD yazılımında ".stl" uzantısıyla farklı kaydedilmiş (".stl" uzantısıyla farklı kaydetme sırasında çözünürlük ayarlarından sapma toleransı ve açı toleransı değerleri maksimum hassasiyette çözünürlük sağlanması için en küçük değerlere ayarlanmıştır) olan çekme numunesi tasarımı açılmıştır. Tasarımın yazıcı tablası üzerindeki konumu, açısı vb. ayarlar yapıldıktan sonra Tablo 1'de belirtilen parametreler seçilerek tasarımın G-kodları oluşturulmuştur. Bu parametreler Cura CAM yazılımında Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı için varsayılan parametrelerdir. G-kodlarının oluşturulmasında belirtilen parametrelerden sadece dolgu deseni (Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag) değiştirilerek farklı G-kodları oluşturulmuştur. Cura CAM programında seçilen dolgu deseni görüntüleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Oluşturulan G-kodları SD kart yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.

Tablo 1. Cura CAM yazılımında seçilen parametreler

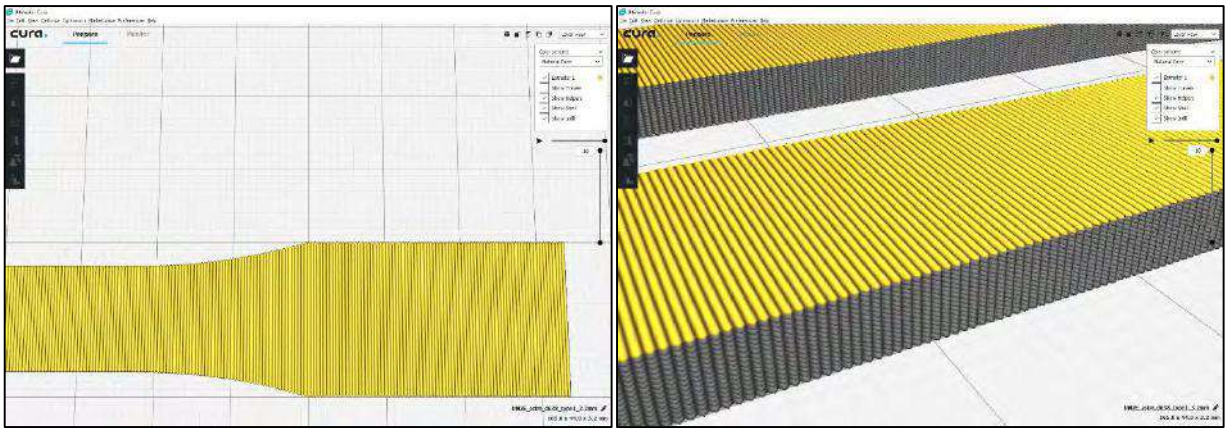
Yazıcı	Ultimaker 2 Extended with Olsson Block
Malzeme	Ultimaker ABS turuncu, Ultimaker PLA turuncu
Nozul çapı	0.4 mm
Katman kalınlığı	0.2 mm
Duvar kalınlığı	0 mm
Üst/Alt kalınlığı	0 mm
Dolgu yoğunluğu	%100
Dolgu deseni	Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag (5 farklı dolgu deseni kullanılarak test numuneleri üretilmiştir – Cura varsayılan dolgu deseni: Lines 0°)
Yazdırma hızı	60 mm/s
Boşta gezme hızı	120 mm/s



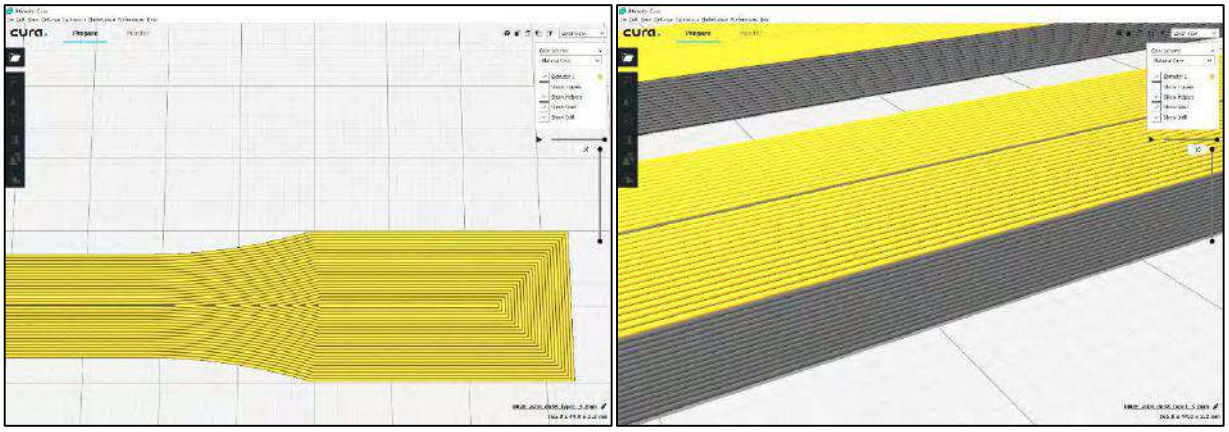
(a) Lines 0°



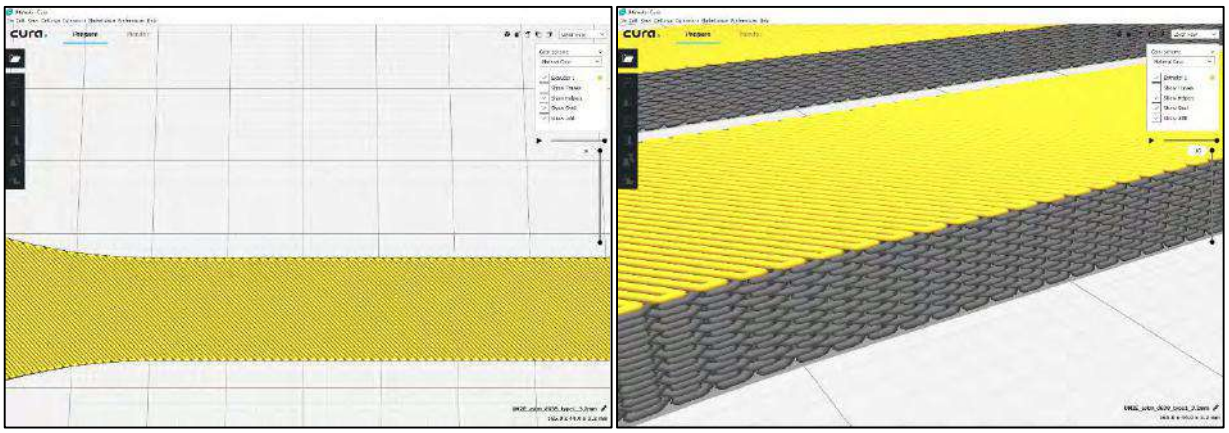
(b) Lines 90° Connect



(c) Lines 180°



(d) Concentric



(e) Zig Zag

Şekil 3. Cura CAM programında seçilen dolgu deseni görüntüleri

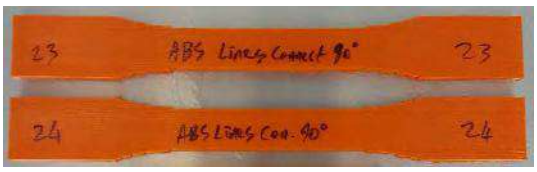
Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcıda öncelikle baskı tablasının manuel olarak kalibrasyonu yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıya Ultimaker marka ABS turuncu malzeme [7] veya Ultimaker marka PLA turuncu malzeme [8] takılmıştır. Tüm çekme numuneleri bu malzemeler kullanılarak üretilmiştir. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcının baskı tablasının sıcaklığı ABS malzeme kullanıldığında 80°C'ye, PLA malzeme kullanıldığında ise 60°C'ye (Ultimaker ABS ve PLA malzemelerin ürün etiketlerinde belirtilen değere) ayarlanmıştır. ABS malzeme kullanılırken 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı 260°C'ye (225-260ºC Ultimaker ABS ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. PLA malzeme kullanılırken 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı 240°C'ye (195-240ºC Ultimaker PLA ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. Üretim işlemini başlatmadan önce, üretim sırasında numunenin ilk katmanının cam yazdırma tablasına daha iyi yapışmasını sağlamak için yazdırma tablası üzerine ince bir film tabakası kalınlığında stick yapıştırıcı (Uhu Stic Magic Blue) sürülmüştür.



ABS malzeme - Lines 0°



PLA malzeme - Lines 0°



ABS malzeme - Lines 90° Connect



PLA malzeme - Lines 90° Connect



ABS malzeme - Lines 180°



PLA malzeme - Lines 180°



ABS malzeme - Concentric



PLA malzeme – Concentric



ABS malzeme - Zig Zag



PLA malzeme - Zig Zag

Şekil 4. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen numunelerin bir kısmı

Kullanılan filament (ABS filament ve PLA filament) ve dolgu deseni değiştirilerek 5 farklı dolgu deseni (Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag) ile çekme numuneleri üretilmiştir. Her dolgu deseni için 4'er adet olmak üzere her malzeme (ABS ve PLA malzeme) ile 20 adet olacak şekilde toplam 40 adet çekme numunesi üretilmiştir. Üretilen numuneler Şekil 4'de gösterilmiştir. Üretilen çekme numunelerinin ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri KERN PLS 6200-2A (kapasite: 6,200 g, hassasiyet: 0.01 g) hassas terazi ile yapılmıştır. Ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. Çekme testleri 100 kN kapasiteli Zwick/Roell Z100 çekme test cihazıyla yapılmıştır. Testler 5 mm/dk hızda ve ASTM D638 standardı seçilerek yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, farklı dolgu desenleri (Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag) ile ABS ve PLA malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 40 adet numune üretilerek, numunelerin ağırlıkları ölçülmüş ve numuneler çekme testine tabi tutulmuştur.

Test numunelerinin ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de verilen yazdırma sonucunda numunelerin hassas terazi ile tartılması sonucu ölçülen değerler incelendiğinde, hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak farklı dolgu desenlerinde üretilen numunelerin ağırlıklarında kayda değer bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Tablo 2. Test numunelerinin ağırlıkları

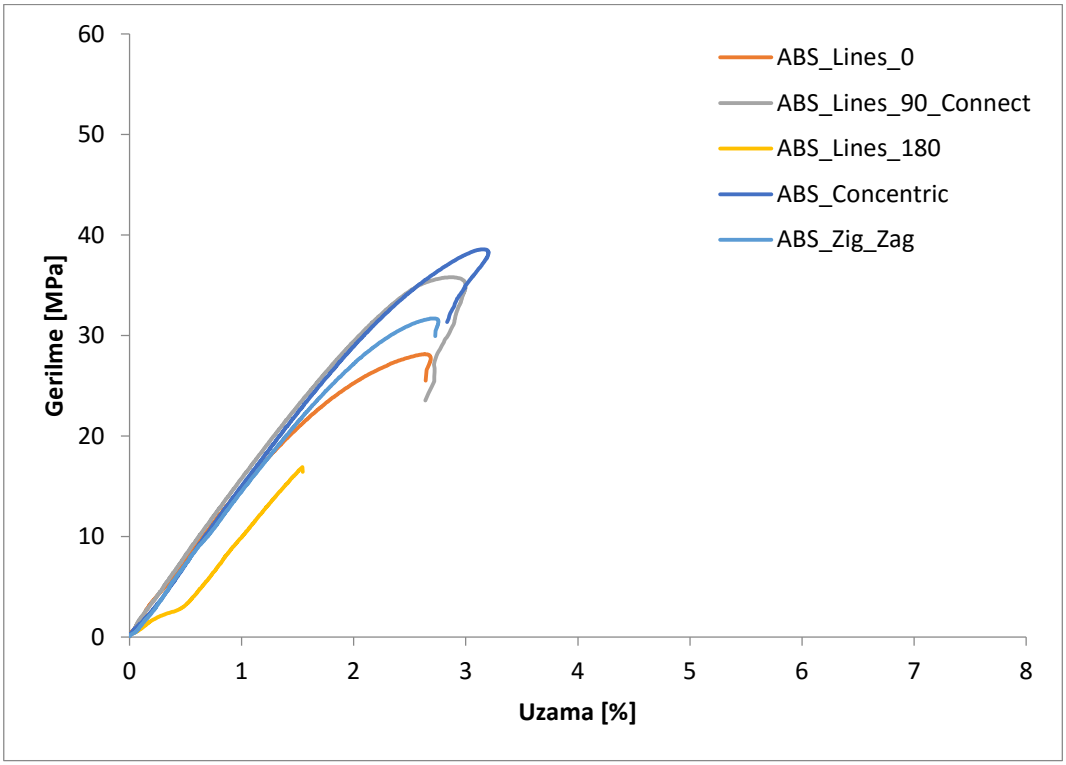
Dolgu deseni	Ölçülen değerler	
	Ortalama ağırlık (g)	
	ABS Malzeme	PLA Malzeme
Lines 0°	9.39	9.54
Lines 90° Connect	9.25	9.76
Lines 180°	9.36	9.81
Concentric	9.26	9.60
Zig Zag	9.33	9.81

Tablo 3'de hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak farklı dolgu desenlerinde üretilen numunelerin çekme mukavemeti değerleri verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde her iki malzeme için de en yüksek çekme mukavemeti değerlerinin Lines 90° Connect ve Concentric dolgu desenleriyle üretilen numunelerde olduğu, en düşük çekme mukavemeti değerlerinin de Lines 180° dolgu deseni ile üretilen numunelerde olduğu görülmektedir. Yine tablodan ortalama çekme dayanımlarına sahip olan dolgu desenlerinin Lines 0° ve Zig Zag ile üretilen numunelerde olduğu görülmektedir. Bu iki dolgu deseni kendi arasında kıyaslandığında Zig Zag dolgu deseni ile üretilen numunelerin çekme dayanımlarının, Lines 0° dolgu deseni ile üretilen numunelerin çekme dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

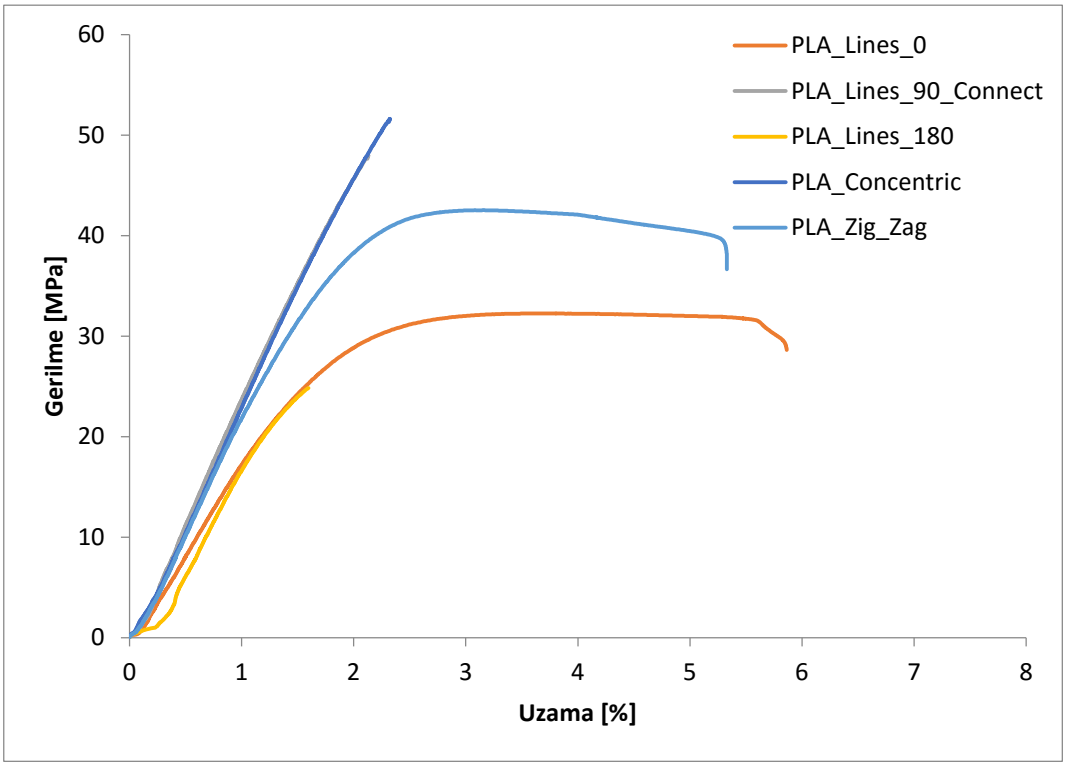
Tablo 3. Farklı dolgu desenleri kullanılarak üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Dolgu deseni	Çekme Mukavemeti (MPa)	
	ABS Malzeme	PLA Malzeme
Lines 0°	28.152	32.275
Lines 90° Connect	35.808	48.006
Lines 180°	16.920	24.854
Concentric	38.583	51.623
Zig Zag	31.699	42.546

Şekil 5'de her iki malzeme ile farklı dolgu desenleri kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri verilmiştir. Şekil 5.a ve Şekil 5.b incelendiğinde ABS ve PLA malzemeler ile farklı dolgu desenleri kullanılarak üretilen numuneler arasında en yüksek çekme dayanımının Lines 90° Connect ve Concentric dolgu desenleriyle üretilen numunelerde olduğu, en düşük çekme mukavemeti değerlerinin de Lines 180° dolgu deseni ile üretilen numunelerde olduğu görülmektedir.



(a) ABS Malzeme



(b) PLA Malzeme

Şekil 5. Farklı dolgu desenleri kullanılarak üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, farklı dolgu desenleri (Lines 0° - Lines 90° Connect - Lines 180° - Concentric - Zig Zag) ile ABS ve PLA malzemeler kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile ABS ve PLA malzeme kullanılarak üretilen çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [6] kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak farklı dolgu desenlerinde üretilen numunelerin ağırlıklarında kayda değer bir farklılık olmadığı görülmüştür.
2. Hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak farklı dolgu desenlerinde üretilen numuneler arasında en yüksek çekme mukavemeti değerlerinin Lines 90° Connect ve Concentric dolgu desenleriyle üretilen numunelerde olduğu tespit edilmiştir.
3. Hem ABS malzeme hem de PLA malzeme kullanılarak farklı dolgu desenlerinde üretilen numuneler arasında en düşük çekme mukavemeti değerlerinin Lines 180° dolgu deseni ile üretilen numunelerde olduğu belirlenmiştir.
4. Her iki malzeme için ortalama çekme dayanımlarına sahip olan dolgu desenlerinin Lines 0° ve Zig Zag ile üretilen numunelerde olduğu, bu iki dolgu deseni arasından Zig Zag dolgu deseni ile üretilen numunelerin çekme dayanımlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

[1] N. Guo, M.C. Leu, Additive manufacturing: Technology, applications and research needs, Front. Mech. Eng. 8 (2013) 215–243. doi:10.1007/s11465-013-0248-8.

[2] A.K. Sood, R.K. Ohdar, S.S. Mahapatra, Parametric appraisal of mechanical property of fused deposition modelling processed parts, Mater. Des. 31 (2010) 287–295. doi:10.1016/j.matdes.2009.06.016.

[3] C. Bellehumeur, L. Li, Q. Sun, P. Gu, Modeling of Bond Formation Between Polymer Filaments in the Fused Deposition Modeling Process, Manuf. Process. J. Manuf. Process. 40 (1992) 2433–2438. doi:10.1109/22.179913.

[4] S.H. Ahn, M. Montero, D. Odell, S. Roundy, P.K. Wright, Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS, Rapid Prototyp. J. 8 (2002) 248–257. doi:10.1108/13552540210441166.

[5] Ultimaker.com, Ultimaker 2 Extended Factsheet, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (2019). https://ultimaker.com/download/5137/Factsheet-UM2Extended-v1.2.pdf.

[6] ASTM-D638-14, Standard Test Method For Tensile Properties Of Plastics, 2003. doi:10.1520/D0638-14.1.

[7] Ultimaker, Ultimaker Güvenlik Bilgi Formu ABS, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (n.d.). https://ultimaker.com/download/67644/SDS ABS v3.003-tur.pdf.

[8] Ultimaker, Ultimaker Teknik Bilgi Formu PLA, Url Erişim Tarihi03.03.2019. (n.d.). https://ultimaker.com/download/67608/SDS PLA v3.004-tur.pdf.

Şeker Hastalığı Tedavisinde Kullanılan İnsülin(INS) Geninin Hayvan Türlerindeki Gen Uyumunun Tespiti

M. Bahar DOĞAN[a] ve Prof. Dr. Emine DOĞRU BOLAT[b]

[a]Nizamülmülk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Bilgisayar Bölümü, Dargeçit/Mardin/Türkiye.

[b]Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye.

Özet

Şeker hastalığı ülkemizde ve dünyada sık rastlanan sürekli devam eden hastalıklar içinde önemli bir yer tutmaktadır. Şeker hastalığı(diabetes mellitus) her 14 yaş grubunda meydana gelmekte ve Dünya Sağlık Örgütü diyabeti, hastalığın giderek artış göstermesi ve karmaşıklık oluşturması nedeniyle sağlık sorunu 15 olarak önem teşkil etmektedir. İnsülin molekülü 2 aminoasit zincirinden oluşmaktadır. Midenin hemen arkasında yer alan pankreas insülin üreterek, canlının 16 ihtiyaç duyulması halinde bu insülini kan dolaşımına veren organımızdır. İnsülin(INS) pankreasta bulunan beta hücreleri tarafından üretilen bir hormondur. 17 Biyoinformatik bilimi veri çeşidi olarak çoğunlukla genetik veri ve gen ifadesi kullanmaktadır. Genetik veri ise canlının, DNA özelliklerinin kalıtsal ve 18 kalıtsal olmayan ifadeleridir. Bu özellikleri inceleme yöntemleri günümüzde sekanslama teknolojisi ile gerçekleşmektedirs. Sekanslama, bir genomu 19 oluşturan nükleotidlerin (A, T, C, G, U) sırası ile belirlenip gösterilmesidir. Bu çalışmada, Blast veri tabanı üzerinde INS geni bulunan diğer canlı türleri 20 tespit edilmiştir. Amerikan Ulusal Kütüphanesinin bir parçası olarak oluşturulmuş NCBI (National Center for Biotechnology Information); yerel 21 veritabanları, bilgisayar destekli araştırmalar, dizi analizi yapan uluslararası veri tabanından canlı türlerine ait INS gen dizileri elde edilmiştir. NCBI'da 22 diziler tespit edilerek erişim numaraları (Accession Number) ile birlikte kaydedilmiştir. İncelenen hayvan türlerindeki genler ile insan geni arasındaki uyum 23 Clustalw (Çoklu Dizi Hizalayıcısı) ile ayrı ayrı FASTA(DNA ve Protein sekansları için evrensel yazı formatı) şeklinde kaydettiğimiz DNA dizileri 24 hizalanmıştır. Ücretsiz bir program olan Mega 7.0 (Moleculer Evolutionary Genetic Analysis) programında modelleme yöntem ve mesafesi (Maximum 25 Likelihood metodu Tamura-Nei Modeli (1993), Bootstrap 1000) belirlenerek filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Bu tespit doğrulanmış olup korunan gen 26 bölgelerinin gen dizileri gösterilmiştir. Bunun yanı sıra incelenen gen dizileri ile tür bazlı gösterim gerçekleştirilmiştir. İnsanda bulunan INS geninin diğer

hayvanlarla olan gen uyumunun INS gen bölgeleri ile moleküler düzeyde gen uyumunun tespitini yapmak amaçlanmıştır.

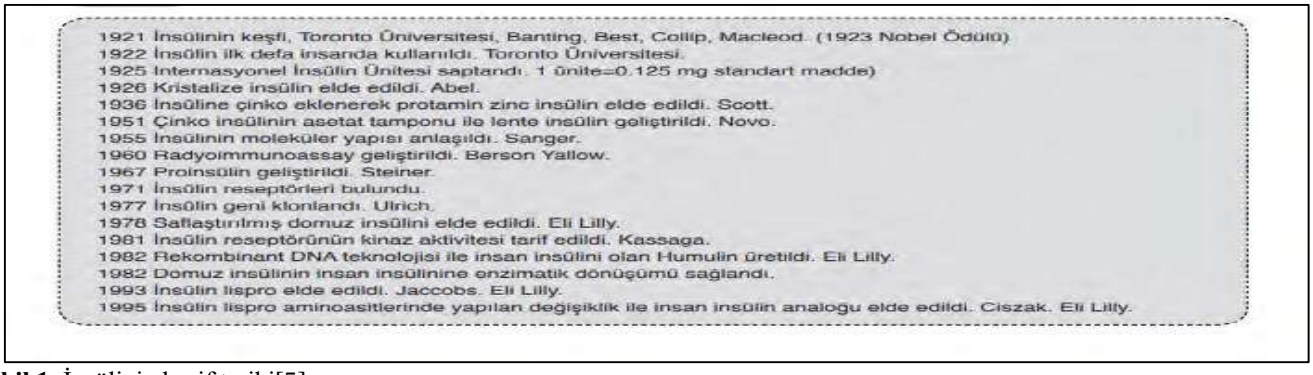
Anahtar Kelimeler: İnsülin, Ins, Domuz Geni, Filogenetik Analiz, DNA

1.Giriş

Diabetes mellitus(şeker hastalığı) ülkemizde ve dünyada sık rastlanan, önemli ve maliyeti yüksek karmaşıklıklara yol 34 açabilen fakat kontrol altına da alınabilmekte olan bir hastalıktır[1]. Şeker hastalığı(diabetes mellitus) her yaş grubunda 35 meydana gelmekte ve kronik hastalıklar içinde önemli bir yer tutmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü diyabeti, hastalığın görülme 36 sıklığının giderek artış göstermesi ve karmaşıklıklar oluşturması nedeniyle önemli bir sağlık sorunu olarak görmektedir[2].

MÖ 1500 yılından itibaren başlayan Diyabet ile ilgili bilgiler ve 21. yüzyıla kadar ulaşmaktadır. 1921 yılında, Frederick 39 Grant Banting ve ekibinin çabaları sonucunda insülin keşfedilmiştir. İnsülinin keşfi Diyabet hastalığının yapısını ve tedavisini 40 ortaya koyan önemli bir gelişme olmuştur[3-5].

İnsülin canlı metabolizmasının düzenlenmesi için gerekli olan temel hormonlarından biridir. İnsülinin keşfi için uzun zaman 43 alan araştırmalar bulunmaktadır. Bilim adamlarının insülini araştırmasının sebebi insülin direncinin ortaya çıkardığı 44 hastalıklar olmuştur[5]. Şekil 1'de insülinin tarihi bilgiler özetlenmiştir.



Şekil 1. İnsülinin keşif tarihi[5].

İnsülin pankreasta mevcut bulunan langerhans adacıklarının beta-hücreleri tarafından üretilen polipeptit yapıda 6000 dalton molekül ağırlığında olan bir hormonun ismidir. İnsülin molekülü 2 aminoasit zincirinden oluşmaktadır. 2 amoniasit zinciri birbirlerine iki disülfür köprüsüyle bağlanmıştır. Bu hücrelerin hepsi pankreas ağırlığının yaklaşık %1'ini oluşturmaktadır[6]. Pankreas midenin arkasında yer alan bir organdır. Aynı zamanda pankreas milaz, lipaz gibi salgı ile sindirim sistemi için önemli olan ve insülin üreterek, canlının ihtiyaç duyulması halinde bu insülini kan dolaşımına veren organdır. İnsülin pankreasta bulunur ve beta hücreleri tarafından üretilen bir hormondur[7]. İnsülin, 51 aminoasitten oluşan bir proteindir ve hem memelilerde hem de diğer hayvanlarda önemli fizyolojik ve metabolik öneme sahiptir [8].

Chakraborty ve arkadaşlarının 2015 yılında yayınladıkları çalışmada, PI3K familyası proteinleri arasındaki ilişki ve insülin sinyalleşmesi ile nasıl ilişki kurdukları biyoinformatik tabanlı programlar kullanılarak gösterilmiştir[9]. Miguel E. Renterı´a ve arkadaşlarının 2008 yılında yayınladıkları çalışmada ise Ins reseptörlerinin evrimsel korunan bölgelerinin protein sekansları ile filogenetik analizi yapılmıştır[10].

Bu çalışmada ise insanda bulunan INS geninin diğer hayvanlarla olan gen uyumunun çeşitli biyoinformatik programlar kullanılarak INS gen bölgeleri ile moleküler düzeyde gen uyumunun tespitini yapmak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada, Ensembl veritabanı gen dizilerini çekmek için kullanılmıştır. Blast veritabanında INS geninin hangi hayvan türlerinde bulunduğunun bilgisi alınmıştır. Clustalw'da FASTA formatında elde edilen gen dizilerinin eşleşmesi, Mega 7.0 programında ise filogenetik analiz yapılmıştır.

2.1. DNA Dizi Analizi

Genetik veri canlının, DNA özelliklerinin kalıtsal ve kalıtsal olmayan ifadeleridir. Bu özellikleri inceleme yöntemleri günümüzde sekanslama teknolojisi ile gerçekleşmektedir. Sekanslama, bir genomu oluşturan nükleotidlerin (A, T, C, G, U) sırası ile belirlenip gösterilmesidir.

2.2. Ensembl

Ensembl bir genom tarayıcısıdır. Ensembl, genleri açıklar, çoklu hizalamaları hesaplar, düzenleyici işlevi ve hastalık verilerini toplar. Ensembl araçları, desteklenen tüm türler için BLAST(Basic Local Alignment Search Tool, Temel Yerel Hizalama Arama Aracı), BLAT, BioMart ve Varyant Effect Predictor (VEP) içerir. Ensembl projesi omurgalılar ve diğer ökaryotik türler için genom veri tabanları üretmekte ve bu bilgileri çevrimiçi ve ücretsiz olarak kullanıma sunmaktadır.

2.3. BLAST

Blast; Temel Yerel Hizalama Arama Aracı, diziler arasındaki yerel benzerlik bölgelerini bulur. Program, nükleotid veya protein dizilerini dizi veri tabanlarıyla karşılaştırır ve eşleşmelerin istatistiksel önemini hesaplar. Blast, diziler arasındaki fonksiyonel ve evrimsel ilişkileri ortaya çıkarmak ve gen ailelerinin üyelerinin belirlenmesine yardımcı olmak için kullanılabilir.

2.4. Filogenetik Analiz

Filogenetik analiz tüm organizma grupları arasındaki tür ilişkilerini, ata-soy ilişkilerini göstermeyi amaçlar. Organizmaların sahip olduğu moleküler mekanizmalar, tek bir ataya sahip olduklarını göstermektedir. Ortak atadan türeyenlerin birbirleriyle ilişkilerini gösterir.

2.5. NCBI

Amerikan Ulusal Kütüphanesinin bir parçası olarak oluşturulmuş NCBI (National Center for Biotechnology Information); yerel veritabanları, bilgisayar destekli araştırmalar, dizi analizi yapan yazılımlara odaklanmış bir kuruluştur.

2.6. Clustalw

Clustalw; Bir çoklu dizi hizalayıcı (multiple sequence alignment) bilgisayar yazılımıdır. Genellikle DNA/Protein dizilerini birbirine hizalamak ve kıyaslamak için kullanılır. Bu algoritma ile filojeni (soy oluşum) ağaçları da oluşturulabilir.

2.7. Maksimum Likelihood Metodu(ML)

Maksimum Likelihood; 1981 yılında Joseph Felsenstein'in MP'den sonra olarak ortaya çıkardığı bir yöntemdir [11]. Maksimum Likehood yöntemi ile birçok muhtemel ağaç içerisinden en iyi ağacı seçmek için istatistiksel testler kullanabilme seçeneği sunmaktadır. Bu nedenle, Maksimum Likelihood yöntemi, her ağaç topolojisini ayrı ayrı değerlendirir veya gözlenen verilerin oluşturulması olabilirliğini hesaplar. Eğer ağaç doğruysa her dalın oluşturulma olabilirliğinin toplamı, gözlenen verinin oluşturması olabilirliğini göstermektedir. Bu olabilirlik, ağaçların olabilirliği olarak kabul edilmektedir[12].

3. Yapılan Çalışma

Ensembl veri tabanından INS genine ait baz dizisi elde edilmiştir. Elde edilen Human INS(NC_000011.10) geninin baz dizisi Şekil 2'de gösterilmiştir.

```
>INS_HUMAN
ATGGCCCTGTGGATGCGCCTCCTGCCCCTGCTGGCGCTGCTGGCCCTCTGGGGACCTGAC
CCAGCCGCAGCCTTTGTGAACCAACACCTGTGCGGCTCACACCTGGTGGAAGCTCTCTAC
CTAGTGTGCGGGGAACGAGGCTTCTTCTACACACCCAAGACCCGCCGGGAGGCAGAGGAC
CTGCAGGTGGGGCAGGTGGAGCTGGGCGGGGGCCCTGGTGCAGGCAGCCTGCAGCCCTTG
GCCCTGGAGGGGTCCCTGCAGAAGCGTGGCATTGTGGAACAATGCTGTACCAGCATCTGC
TCCCTCTACCAGCTGGAGAACTACTGCAACTAG
```

Şekil 2. Human INS geni baz dizisi.



Şekil 3. Gen bölgeleri çalışılan hayvanlar.

Blast veri tabanı üzerinde INS geni bulunan diğer canlı türleri tespit edilmiştir. Şekil 3'te gen bölgeleri çalışılan hayvan isimleri gösterilmiştir.

Clustalw ile ayrı ayrı FASTA(DNA ve Protein sekansları için evrensel yazı formatı) şeklinde kaydettiğimiz DNA dizileri hizalanmıştır. NCBI'da diziler tespit edilerek erişim numaraları (Accession Number) ile birlikte kaydedilmiştir. MEGA 7.0 programında modelleme yöntem ve mesafesi(Maximum Likelihood metodu Tamura-Nei Modeli (1993), Bootstrap 1000) belirlenerek filogenetik ağaç oluşturulmuştur.

4. Bulgular

Şekil 4'te bu çalışmada kullanılan genler ve bu gen bölgelerinin baz uzunlukları gösterilmiştir. Clustalw ile FASTA formatındaki diziler karşılaştırılıp Şekil 5'teki hizalama yapılmıştır. Yapılan hizalamada %84.09 ile domuzda bulunan INS geninin uyumu gösterilmiştir. Geçmişte insülin geni domuzdan elde edilip saflaştırılıp kullanılmıştır[13]. Clustalw da hizalama yöntemi ile bu uyum gösterilmiştir.

```
CLUSTAL 2.1 Multiple Sequence Alignments

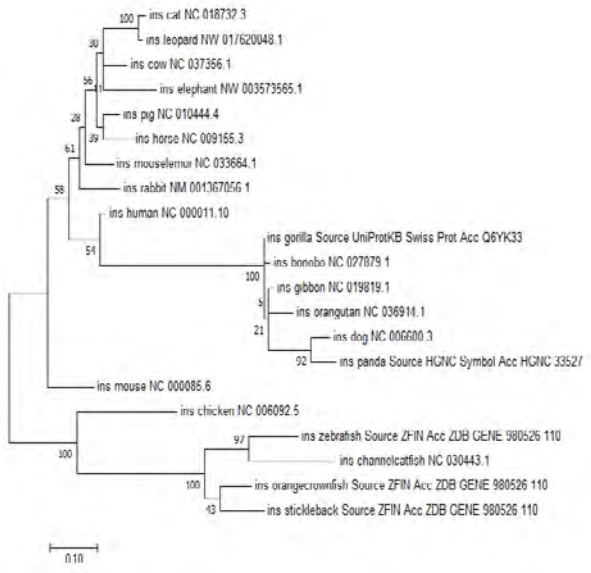

Sequence type explicitly set to DNA
Sequence format is Pearson
Sequence 1: ins_human_NC_000011.10                                333 bp
Sequence 2: ins_cat_NC_018732.3                                   696 bp
Sequence 3: ins_chicken_NC_006092.5                               324 bp
Sequence 4: ins_mouselemur_NC_033664.1                            333 bp
Sequence 5: ins_leopard_NW_017620048.1                            333 bp
Sequence 6: ins_pig_NC_010444.4                                   327 bp
Sequence 7: ins_zebrafish_Source_ZFIN_Acc_ZDB_GENE_980526_110     327 bp
Sequence 8: ins_gibbon_NC_019819.1                                612 bp
Sequence 9: ins_cow_NC_037356.1                                   318 bp
Sequence 10: ins_horse_NC_009155.3                                 333 bp
Sequence 11: ins_mouse_NC_000085.6                                 327 bp
Sequence 12: ins_dog_NC_006600.3                                   642 bp
Sequence 13: ins_elephant_NW_003573565.1                           318 bp
Sequence 14: ins_gorilla_Source_UniProtKB_Swiss_Prot_Acc_Q6YK33    603 bp
Sequence 15: ins_panda_Source_HGNC_Symbol_Acc_HGNC_33527           639 bp
Sequence 16: ins_orangecrownfish_Source_ZFIN_Acc_ZDB_GENE_980526_110   351 bp
Sequence 17: ins_orangutan_NC_036914.1                             600 bp
Sequence 18: ins_bonobo_NC_027879.1                                603 bp
Sequence 19: ins_rabbit_NM_001367056.1                             414 bp
Sequence 20: ins_channelcatfish_NC_030443.1                        327 bp
Sequence 21: ins_stickleback_Source_ZFIN_Acc_ZDB_GENE_980526_110   354 bp
Start of Pairwise alignments
Aligning...
```

Şekil 4. Çalışmada kullanılan genler ve genlerin baz uzunlukları.

```
Sequences (1:2) Aligned. Score: 82.5826
Sequences (1:3) Aligned. Score: 59.5679
Sequences (1:4) Aligned. Score: 84.985
Sequences (1:5) Aligned. Score: 81.982
Sequences (1:6) Aligned. Score: 84.0979
Sequences (1:7) Aligned. Score: 41.5902
Sequences (1:8) Aligned. Score: 63.964
Sequences (1:9) Aligned. Score: 81.1321
Sequences (1:10) Aligned. Score: 84.985
Sequences (1:11) Aligned. Score: 77.37
Sequences (1:12) Aligned. Score: 59.1592
Sequences (1:13) Aligned. Score: 80.5031
Sequences (1:14) Aligned. Score: 64.8649
Sequences (1:15) Aligned. Score: 57.0571
Sequences (1:16) Aligned. Score: 47.7477
Sequences (1:17) Aligned. Score: 58.8589
Sequences (1:18) Aligned. Score: 66.0661
Sequences (1:19) Aligned. Score: 84.0841
Sequences (1:20) Aligned. Score: 41.896
Sequences (1:21) Aligned. Score: 47.7477
```

Şekil 5. Gen bölgeleri hizalama sonuçları.

Programda baz frekansları f(A)=0,180; f(T)=0,180; f(C)= 0,320; f(G)=0,320 ve +G (Gamma distribution)= 0,96 olarak elde edilmiştir. Gen bölgesi için filogenetik ağaç Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. ML metodu ile oluşturulan moleküler filogenetik ağacı.

Tablo 1. Gen Bölgelerinin ML yöntemi ile genetik uzaklıkları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. ins human NC 000011.10																					
2. ins cat NC 018732.3	0.177																				
3. ins chicken NC 006092.5	0.616	0.713																			
4. ins mouselemur NC 033664.1	0.151	0.171	0.615																		
5. ins leopard NW 017620048.1	0.188	0.026	0.696	0.149																	
6. ins pig NC 010444.4	0.161	0.131	0.646	0.115	0.116																
7. ins zebrafish Source ZFIN Acc ZDB GENE 980526 110	1.058	1.191	0.973	0.962	1.192	1.129															
8. ins gibbon NC 019819.1	0.433	0.605	1.093	0.570	0.607	0.581	1.610														
9. ins cow NC 037356.1	0.200	0.127	0.714	0.135	0.117	0.089	1.067	0.681													
10. ins horse NC 009155.3	0.183	0.162	0.708	0.144	0.146	0.084	1.130	0.592	0.132												
11. ins mouse NC 000085.6	0.240	0.303	0.613	0.218	0.282	0.220	1.052	0.742	0.278	0.231											
12. ins dog NC 006600.3	0.693	0.569	1.145	0.559	0.532	0.499	1.723	0.144	0.556	0.537	0.694										
13. ins elephant NW 003573565.1	0.213	0.185	0.737	0.172	0.152	0.144	1.120	0.692	0.155	0.149	0.284	0.598									
14. ins gorilla Source UniProtKB Swiss Prot Acc Q6YK33	0.414	0.626	1.108	0.589	0.627	0.600	1.668	0.018	0.704	0.612	0.766	0.149	0.696								
15. ins panda Source HGNC Symbol Acc HGNC 33527	0.702	0.591	1.287	0.631	0.566	0.551	1.898	0.161	0.637	0.593	0.881	0.102	0.643	0.159							
16. ins orangecrownfish Source ZFIN Acc ZDB GENE 980526 110	0.785	0.868	0.744	0.720	0.887	0.809	0.322	1.347	0.781	0.804	0.840	1.466	0.825	1.330	1.445						
17. ins orangutan NC 036914.1	0.560	0.763	1.367	0.727	0.765	0.698	2.032	0.067	0.842	0.735	0.872	0.204	0.859	0.067	0.223	1.677					
18. ins bonobo NC 027879.1	0.433	0.637	1.148	0.600	0.639	0.612	1.668	0.030	0.704	0.624	0.781	0.164	0.715	0.015	0.166	1.393	0.080				
19. ins rabbit NM 001367056.1	0.203	0.192	0.733	0.140	0.187	0.161	1.066	0.655	0.199	0.170	0.256	0.636	0.226	0.677	0.660	0.861	0.799	0.689			
20. ins channelcatfish NC 030443.1	1.130	1.219	0.987	1.137	1.189	1.216	0.359	1.849	1.148	1.320	1.245	1.694	1.231	1.757	2.120	0.476	2.375	1.849	1.215		
21. ins stickleback Source ZFIN Acc ZDB GENE 980526 110	0.788	0.827	0.739	0.729	0.802	0.765	0.416	1.354	0.805	0.772	0.862	1.400	0.784	1.293	1.487	0.169	1.621	1.377	0.807	0.444	

5. Sonuç

Bu çalışmada, seçilen bir gen bölgesine ait DNA dizisi istenilen hayvanlardaki gen dizileri uluslararası veri 163 tabanından(NCBI) çekilip Clustalw genom tarayıcısı ile hizalama ve karşılaştırma yapılıp INS geninin domuz geni ve diğer 164 hayvan genleri ile olan uyumu gösterilmiştir. Mega 7.0 programı ile Filogenetik ağaç oluşturularak INS geninin diğer türler 165 ve hayvanların kendi türleri içerisinde olan uyumu gösterilmiştir. Yapılan çalışmada INS insan geni ile Domuz geni eşleşmesi 166 %84.0979 şeklinde olmuştur. Filogenetik analiz ile tür uyumları ise Şekil 6'da gösterilmiştir. Bu çalışmada, DNA baz dizileri 167 gerçekleştirilmiştir. İnsan ve domuz INS protein sekansları karşılaştırılarak da korunan bölgeler tespit edilebilir. Çalışmanın 168 amacı, INS yapısı ve önemi vurgulanıp bu genin diğer canlı türlerindeki filogenetik analizi yapılmıştır.

Kaynaklar

[1] DeCoste KC, Scott LK (2004). Diabetes update: promoting effective disease management, Journal of the American Association of Occupational Health Nurses 52(8): 344-353.

[2] Uçan Ö., Ovayolu N., Torun S., Diabetes Mellitus'lu Hastaların Kan Şekeri Kontrolü ve İnsülin Kullanımına Yönelik 175 Bilgilerinin Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 2007; 10: 1.

[3[Gündoğan N.U., The Story of A Nobel Prize, The 80th Anniversary of the Discovery of Insulin. Başkent University 177 Publication, 2001; Ankara, p: 5-55 4.

[4] Sanjeevi C.B., One hundred years of Nobel Prize and Diabete. Diabetologia 2001;44:9:37-38.

[5] Savaş H. B., Gültekin F., İnsülin Direnci ve Klinik Önemi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi 180 Biyokimya AD, Antalya, 2016.

[6] Murat B., Pre-Diyaliz, Hemodiyaliz ve Sürekli Ayaktan Periton Diyalizi Hastalarında İnsülin Direncinin Karşılaştırılması, 182 uzmanlık tezi İstanbul, 2004.

[7] Aydın İ., Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı/28

[8] Chiranjib Chakraborty, Sanjiban S. Roy, Minna J. Hsu, Govindasamy Agoramoorthy. 2011 Can computational biology 185 improve the phylogenetic analysis of insulin?, Computer methods and programs in biomedicine 108(2012) 860–872.

[9]Chiranjib Chakraborty, C. George Priya Doss, Rahul Bhatia, Govindasamy Agoramoorthy. 2015 Profiling of 187 Phosphatidylinositol 3-Kinase (PI3K) Proteins in Insulin Signaling Pathway, Applied Biochemistry and Biotechnology, 188 175(7), 3431–3446.

[10] Miguel E. Renterı´a, Neha S. Gandhi, Pablo Vinuesa, Erik Helmerhorst, Ricardo L. Mancera, A Comparative Structural 190 Bioinformatics Analysis of the Insulin Receptor Family Ectodomain Based on Phylogenetic Information , PLoS ONE 3(11): 191 e3667. doi:10.1371/journal.pone.0003667.

[11] Felsensteın J., Estimation of hominoid phylogeny from a DNA hybridization data set. Moleculer Evolution. 26: 123-31, 1987.

[12] Freeman S., Herron J. C., Evrimsel Analiz. Çıplak B., Başıbüyük H., Karaytuğ S., Gündüz İ. (eds). Palme Yayıncılık. 196 Ankara. 28-29: 438-708, 1999.

[13] Boyluoğlu S., İnsülin, Saflaştırılması ve Sentetik İnsülinler, FABAD Farm. Bil. Der. 9, 5-14, 1984.

TÜRKİYE İÇİN ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Bülent YANIKTEPE[a], Tennur KISAKÜREK[b]

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği, Osmaniye, Türkiye

Özet

Enerji, üretim basamağından tüketime kadar geçmişten günümüze hem bireyleri hem de toplumları ilgilendiren ve etkileyen bir ekonomik kaynak olarak etkisini sürdürmektedir. Meydana gelen Petrol krizi hem siyasi olarak hem de ekonomik açıdan enerjinin çok önemli olduğunu göstermiştir. Hızla artmakta olan nüfus, sanayileşme ve kentleşmenin sonucu olarak artan enerji tüketimi nedeniyle enerji fiyatlarında artışlar meydana gelmektedir. Ülkeler açısından artan bu enerji tüketimine karşılık gelen arzı sağlamak oldukça önemlidir. Türkiye gerekli olan enerji ihtiyacını dışarıdan ithal eden bir ülkedir. Dolayısı ile ekonomik büyümede enerjiye olan bağımlılık büyümeyi etkilemektedir. Bu çalışmada; Türkiye ekonomisine ilişkin 1970-2015 dönemine ait yıllık veriler analiz edilerek, Türkiye için enerji tüketim değerleri ile ekonomik büyümenin ölçütü olan bağımlı değişken olarak reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) kullanılmıştır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini incelemek için Granger nedensellik test yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur.

Anahtar kelimeler: Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Granger Nedensellik

INVESTIGATION OF RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH FOR TURKEY

Abstract

Energy continues to be an economic resource that concerns and affects both individuals and societies from the past to the present, from production to consumption. The oil crisis has shown that energy is very important both politically and economically. As a result of the rapidly increasing population, industrialization and urbanization, increasing energy consumption results in increases in energy prices. It is very important for countries to provide the supply corresponding to this increasing energy consumption. Turkey is a country that imports outside the energy requirements are necessary. Therefore, energy dependence on economic growth affects growth. In this study; analyzed annual data for the 1970-2015 period related to Turkey's economy, with energy consumption values for Turkey as the dependent variable is the measure of economic growth, real Gross Domestic Product (GDP) was used. Granger causality test method was used to investigate the relationship between energy consumption and economic growth. As a result of the analysis, there is a positive relationship between energy consumption and economic growth.

Keywords: Economic Growth, Energy Comsumption, Granger Causality

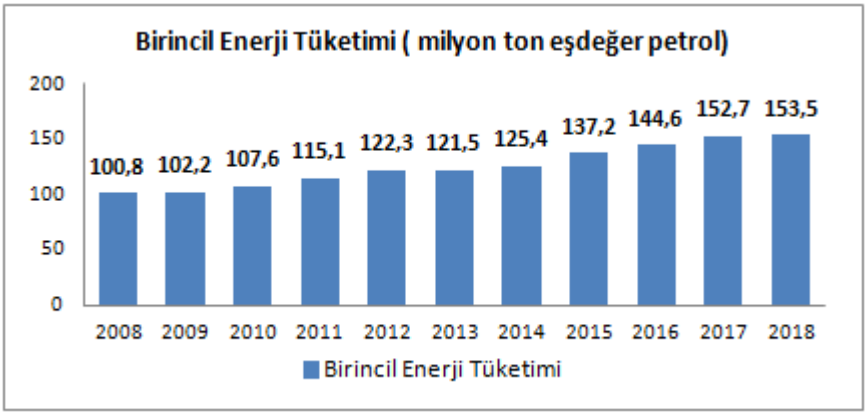
1. GİRİŞ

Enerji modern yaşamın bir parçasıdır ve insanlık için önemli bir role sahiptir. İnsanoğlu, enerji kaynaklarını kullanarak üretim ve hizmet almak adına çeşitli enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu bağlamda enerji, insanlığın ekonomik ve sosyal refahını sağlamada önemli bir faktör olup, sanayileşmenin ve teknolojik ilerlemenin önemli bir parametresidir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme birlikte ele alındığında kar, iş olanağı ve yaşam kalitesi olarak değeri daha iyi anlaşılmaktadır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi incelendiğinde, literatürde iyi tanınan enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir korelasyon (eşbütünleşme) bulunmasına rağmen, "nedensellik" konusu, yani ekonomik büyümenin daha fazla enerji tüketimini mi yoksa tam tersini belirleyip belirlemediği hala cevaplanmaya devam etmektedir [1].

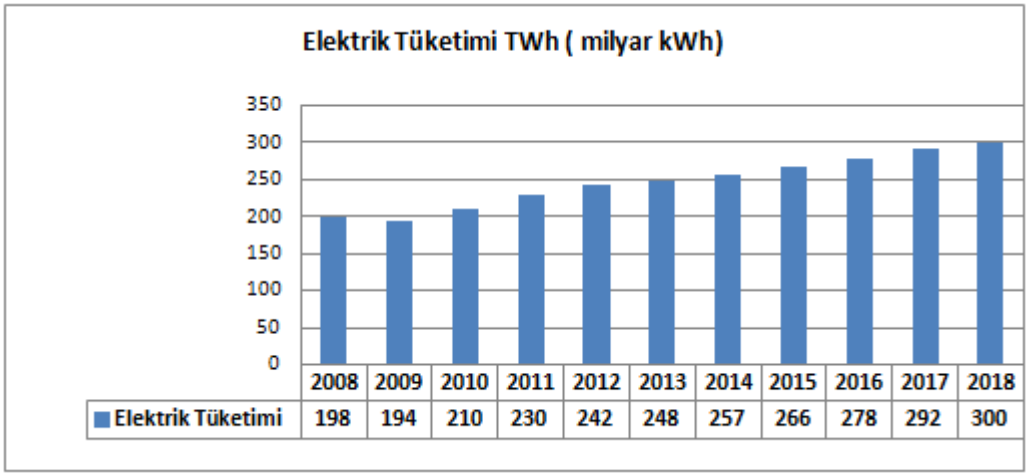
Literatürde, Tsani (2010) Yunanistan üzerine gerçekleştirdiği zaman serisi çalışmasında, 1960-2006 dönemlerindeki veriler doğrultusunda Granger nedensellik analizi gerçekleştirmiştir ve çalışmasında ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin ikili nedenselliğin meydana geldiğine ilişkin düşünceye katılmadığını, fakat toplam enerji tüketiminden reel Gayri Safi Yurtiçi Hasılaya (GSYH) doğru nedenselliğin gerçekleştiğini ortaya çıkarmışlardır [2]. Türkiye üzerine yapılan bir çalışmada [3], 1950-2006 verileri ile eşbütünleşme analizi uygulanmış ve ek değişken olarak istihdam değişkeni kullanılmıştır. Bu çalışmada sonuç olarak, enerji tüketimi ve GSYH arasında nötr bir ilişki bulunmuştur. Pao *vd.* (2014), Brezilya ekonomisi için 1980-2008 dönemi verilerini kullanarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmalarında, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem denge ilişkisinin olduğu ve uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin olumlu olduğu sonucuna varmışlardır [4]. Diğer bir çalışmada Meidani ve Zabihi (2014), İran için 1967-2010 dönemini kapsayan verileri kullanarak enerji tüketimi ile reel GSYH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir [5]. Çalışmanın sonuçlarına göre sanayi sektöründeki enerji tüketiminden reel GSYH'ye doğru tek yönlü güçlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmalar göstermektedir ki enerji tüketimiyle GSYH arasında etkileşim söz konusu olup Türkiye için veriler incelendiğinde Şekil 1'de verildiği üzere son 10 yılda birincil enerji tüketimi 100 milyon Ton Eşdeğer Petrolden (TEP) 153,5 milyon TEP'e ulaşmış olup elektrik tüketimi ise (Şekil 2) 300 milyar kWh'tir.

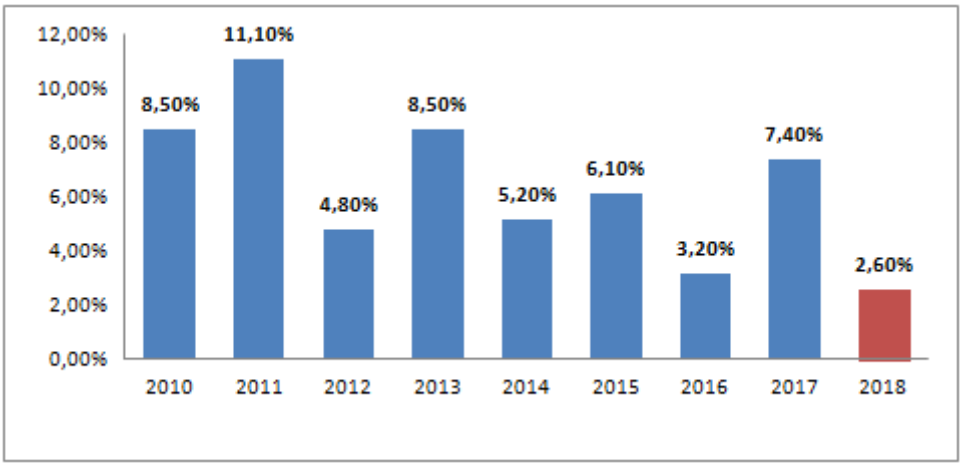
Üretim yöntemiyle Gayrisafi Yurt İçi Hasıla tahmini, 2019 yılının ilk çeyreğinde 921 milyar 63 milyon TL (171 milyar 549 milyon USD), ikinci çeyreğinde ise cari fiyatlarla %15'lik bir artışla 1 trilyon 24 milyar 226 milyon TL (174 milyar 579 milyon USD)'dir (TUİK,2019). 2018 yılının tamamında ise %2,60 lık bir büyüme hızı olmuştur (Şekil 3).



Şekil 1. Türkiye 2008-2018 yılları arasında birincil enerji tüketimi [6]



Şekil 2. Türkiye 2008-2018 yılları arasında elektrik tüketimi [6]



Şekil 3. Türkiye ekonomisinin 2010 yılından bu yana büyüme hızı (GSYH büyümesi) [7]

Bu çalışmada Türkiye ekonomisine ilişkin 1970-2015 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak reel GSYH ve toplam enerji tüketimi üzerine inceleme yapılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde, birim kök test sınamalarına yer verilmiştir. Sonrasında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini araştırmak amacıyla eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik test yöntemi uygulamasına yer verilmiştir. En son kısımda ise en küçük kareler yöntemi kullanılarak model denklemi oluşturulmuştur.

2. MATERYA YÖNTEM ve SONUÇLAR

Ekonometrik zaman serileri (günlük hisse senedi fiyatları, yıllık işsizlik oranları) 'nın geneli, mevcut düzeyde durağan değildir ve literatürdeki birçok çalısmada enerji tüketim verilerinin durağan olmadığı gözlemlenmektedir. Bu sebeple zaman serisi kullanılan analizlerde yapılması gereken öncelikli uygulama, modelde kullanılan değişkenlerin durağanlığını tespit etmektir. Durağanlık en basit tanımıyla; kullanılan serinin ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman içerisinde değişmiyorsa, o seri durağandır yorumu yapılabilmektedir.

Varyans kavramı sözel olarak ifade edilecek olursa; bir seri içindeki tüm sayıların, o serinin ortalaması etrafındaki dağılımıdır denilebilmektedir. 'Denklem 2' ile ifade edecek olursak:

$$V_x = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2 \quad (2)$$

Bu denklemde, Vx; seri içindeki sayıların varyansı, N; serideki sayı miktarı, X_i; i. sayı, $\bar{X}$; seri içindeki sayıların ortalamasıdır.

Varyansın karekökü ile elde edilen eşitlik ise standart sapmadır. Kovaryans kavramı ise, iki farklı serinin varyansıdır. İki farklı X ve Y'ler arasındaki varyanstır. 'Denklem 2a'ya göre hesaplanmaktadır.

$$Cov_{x,y} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}((X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})) \quad (2a)$$

$Cov_{x,y}$; X ve Y'nin kovaryansı, N; serideki sayı miktarı, X_i; X serisi içindeki i. sayı, $\bar{X}$; X serisi içindeki sayıların ortalaması, Y_i; Y serisi içindeki i. sayı, $\bar{Y}$; Y serisi içindeki sayıların ortalamasıdır.

Türkiye ekonomisine ilişkin 1970-2015 dönemine ait yıllık veriler Dünya Bankası istatistik veri tabanı ve Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye Enerji Denge Tabloları'ndan temin edilmiş olup kullanılan değişken ve tanımları Çizelge 1'de belirtilmiştir. Değişen varyans probleminden kaçınmak maksadıyla verilere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

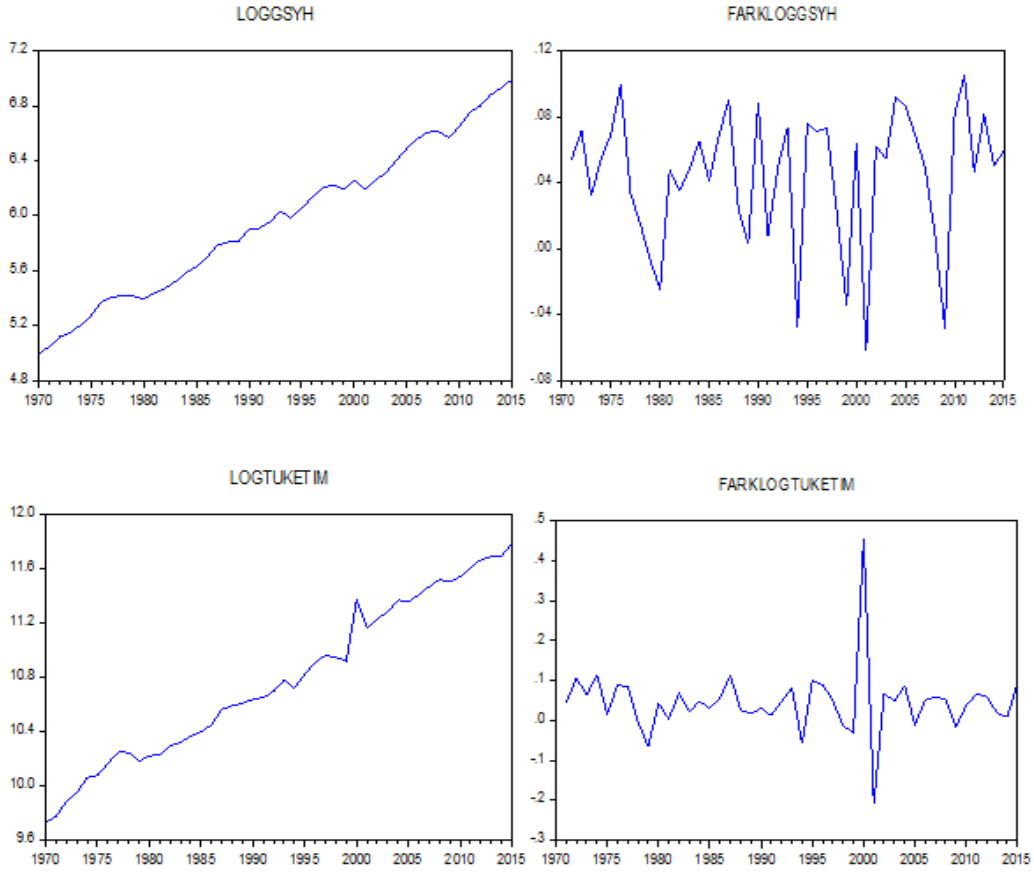
Çizelge 1. Model veri setinde kullanılan değişkenler ve tanımlamaları

Değişken	Tanımlama	Kaynak
LOGGSYH	Reel GSYH'nin logaritması	Dünya Bankası İstatistik Veri Tabanı*
LOGTUKETIM	Toplam Enerji Tüketiminin Logaritması [(Petrol Tüketimi, Doğalgaz Tüketimi, Kömür Tüketimi, Hidroelektirik Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi) (milyon ton eşdeğeri petrol)]	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi**

* http://data.worldbank.org/ web sitesinden alınmıştır. (Erişim Tarihi :18.10.2018)

**https://www.dunyaenerji.org.tr/turkiye-enerji-denge-tablolari/ (Erişim Tarihi :11.08.2018)

Burada ekonomik büyümenin ölçütü ve bağımlı değişken olarak reel GSYH kullanılmış ve ilgili değişken (GSYH) olarak analize dahil edilmiştir. Reel GSYH 2010 baz yıllıdır. Bağımsız değişken ise birincil ve ikincil enerji tüketimlerinin genel toplamıdır (TUKETIM). GSYH, Amerika Birleşik Devleri (ABD) fiyatlarıyla "milyar $", TUKETIM ise "bin TEP" olarak alınmıştır.



Şekil 4. Durağan Hale Gelen Değişkenlerin Şekilleri

Kullanılan değişkenlerin (GSYH ve Tüketim) düzey seviyede (loggsyh, logtuketim) ve birincil farkı seviyesinde (farkloggsyh, farklogtuketim) değişimleri Şekil 4'te verilmiştir.

2.1. Birim Kök Testi

Ekonometrik modellerde kullanılan değişkenler arasında anlamlı ilişkilerin elde edilebilmesi için değişkenlere ait serilerin durağan olmaları başka bir ifadeyle birim kök içermemeleri gerekmektedir. Birim kökün varlığı şu model Denklem 2.1' ele alınarak açıklanabilmektedir [8].

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.1)$$

Denklem 2.1'deki ε_t hata terimini temsil etmektedir. Y_{t-1} ' in katsayısı "ρ" 1 değerine eşit ise seri durağan değildir ve birim kök içeriyordur. Kullanılan hipotez ve test istatistiği aşağıda verilmiştir.

H_0 : ρ =1 seri durağan değildir ve seri birim kök içermektedir. H_0 : ρ<1 seri durağandır ve seri birim kök içermemektedir.

Yaygın olarak kullanılan birim kök testi "Dickey Fuller (1979)" dir. Elde edilen Denklem 2.4a' aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.1a)$$

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.2a)$$

$$\Delta Y_t = (\rho - 1) Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.3a)$$

$$\Delta Y_t = \rho^* Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.4a)$$

Bu denklemde (2.4a) "ρ^*" katsayısının sıfıra eşitliği sınanır. $H_0 : \rho^* = 0$ seri durağan değildir ve seri birim kök içermektedir. $H_0 : \rho^* < 0$ seri durağandır ve seri birim kök içermemektedir.

Değişen varyansı ortadan kaldırmak için modele logaritmik dönüşüm, otokorelasyonu ortadan kaldırmak için ise, denklemin sağına gecikmeli bağımlı değişken değerleri konulur. Gecikmeli bağımlı değişkenlerle elde edilen yeni model Genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller, ADF) olarak adlandırılır [8]. Bu çalışmada Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testlerinden yararlanılmıştır. ADF birim kök testinin sonuçları aşağıdaki denklem kullanılarak elde edilir. Bu test, hesaplanan ADF-t istatistiğinin MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırılarak yapılmaktadır.

Çizelge 2. Birim Kök Test Sonuçları (ADF ve PP Testi)

			ADF Testi		PP Testi	
			t-istatistiği	**p-değeri**	**t-istatistiği**	**p-değeri**
LOGTUKETIM	**Sabitli**	Düzeyde	-0.466973	0.8877	-0.554077	0.8704
		1.farkı	-7.299399	0.0000 *	-13.23718	0.0000 *
		2.farkı	-7.527950	0.0000 *	-46.02902	0.0001 *
	Trendli-Sabitli	Düzeyde	-4.823774	0.0017 **	-4.888347	0.0014 **
		1.farkı	-7.210958	0.0000 *	-12.97876	0.0000 *
		2.farkı	-7.467953	0.0000 *	-46.52329	0.0000 *
LOGGSYH	**Sabitli**	Düzeyde	-0.315665	0.9142	0.115957	0.9635
		1.farkı	-4.956588	0.0002 *	-6.368712	0.0000 *
		2.farkı	-10.40130	0.0000 *	-20.92568	0.0001 *
	Trendli-Sabitli	Düzeyde	-2.008160	0.5808	-2.746307	0.2240
		1.farkı	-4.896275	0.0014 **	-6.310447	0.0000 *
		2.farkı	-10.28453	0.0000 *	-21.26406	0.0000 *

*,** işaretleri sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde değişkenlerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2'deki ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre değişkenlerin düzeyde durağan olmadıkları görülmüştür. Bu sebeple değişkenlerin sabitli ve birinci farkta durağanlıkları kabul edilmiştir.

2.2. Eşbütünleşme Analizi

Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) bağımlı değişkeni ile enerji tüketimi(TUKETIM) arasında herhangi bir uzun dönem ilişkisinin olup olmadığı "Johansen eşbütünleşme testi" ile test edilebilmektedir. Birim kök testleri anlatılırken değişen varyans probleminden kaçınmak için modele bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin ekleneceği belirtilmişti. Bu amaçla öncelikle gecikme uzunluğunun bulunması gerekmektedir. Gecikme uzunlukları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Maksimum gecikme uzunluğunun belirlenmesi

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-25.06226	NA	0.013265	1.353113	1.437557	1.383646
1	63.77937	164.3570	0.000191	-2.888968	-2.635637	-2.797372
2	71.90664	14.22272	0.000156	-3.095332	-2.673112*	-2.942671
3	**79.17534**	**11.99335***	**0.000133**	**-3.258767**	**-2.667659**	**-3.039453***

Tabloda tüm kriterleri minimum yapan değerlerin 3.sırada olduğunu , yani 3. değerlerindeki gecikmenin serilerin birbirlerinden anlık etkilendiklerini ve herhangi bir gecikme yaşanmadığını gösterdiğini söyleyebiliriz. Bu durumda uygun gecikme uzunluğu ("*" ifadesi ile gösterilen değerlerin en çok olduğu satır) 3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Kısıtlanmış eşbütünleşme derecesi testi (İz)

	Özdeğer	İz İstatiği	0.05 Kritik Değer	Olasılık Değeri
None*	0.460093	25.88787	15.49471	0.0010
At most 1	0.000920	0.000808	3.841466	0.9785

Yukarıda Çizelge 4'te kısıtlanmış eşbütünleşme testi sonuçları görülmektedir. Eşbütünleşme analizi sonucunda, iz değeri (25.88787) kritik değerden (15.49471) yüksek olması münasebetiyle %5 (0.0010<0.05) anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Dolayısıyla uzun dönemde Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi (TUKETIM) ve ekonomik büyüme (GSYH) değişkenleri arasında eşbütünleşik bir ilişkinin varlığını mevcut kılmaktadır.

2.3. Granger Nedensellik Analizi

Çizelge 5. Granger Nedensellik Test sonuçları

Bağımlı değişken	**LOGGSYH**		
Dışlanan	ki-kare	df	olasılık
LOGTUKETIM	29.26132	3	0.0000
All	29.26132	3	0.0000
Bağımlı değişken	**LOGTUKETIM**		
Dışlanan	ki-kare	df	olasılık
LOGGSYH	4.229773	3	0.2377
All	4.229773	3	0.2377

Çizelge 5'i incelediğimizde; bağımlı değişken LOGGSYH için bağımsız değişken olan LOGTUKETIM'in olasılık değeri 0.0000 olup 0.05'ten küçük yani %5 düzeyinde anlamlıdır. Buradan tüketim değerleri gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) 'nin nedenidir yorumunu yapabiliriz.

Çizelge 6. Toplulaştırılmış Denklemlerin Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (OLS) Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	-4.111670	0.196808	-20.89179	0.0000
LOGTUKETIM	0.603797	0.126170	4.785575	0.0000
LOGTUKETIM(-1)	0.332219	0.125740	2.642111	0.0115

R-kare	0.984357	Bağımlı değişkenin ortalaması	5.986657
Düzeltilmiş R-kare	0.983612	Bağımlı değişkenin std. sapması	0.547453
Regresyonun Std.Hatası	0.070082	F-istatistik	1321.452
Hataların kareleri top.	0.206285	Olasılık(F-istatistik)	0.000000
Log likelihood	57.31386		

Modelin tümünün anlamlılığı için F – testi = 1321.452 , p-değeri = 0.000000<0.05 olduğu için H_0 (Yokluk Hipotezi) reddedilecektir ve istatistiksel olarak % 5 anlamlılık düzeyinde model tümüyle anlamlıdır. Logtuketım 'nın katsayısı = 0.603797, p-değeri = 0.0000<0.05 olduğu için H_0(Yokluk Hipotezi) reddedilecektir ve istatistiksel olarak % 5 anlamlılık düzeyinde parametre anlamlıdır.

Bu veri ekranında, verilerin hangisinin regresyona daha çok katkı yaptığını t-istatistik değerinden bakabiliriz. T-istatistik değeri (mutlak değeri) ne kadar büyük ise değişken denklemde o kadar önemlidir. Çizelge 6'ya baktığımızda önem sırasına göre katsayıdan sonra sırasıyla tüketim değerleri ile bir önceki tüketim değerlerinin etkili olduğunu söyleyebiliriz. Model Prob (F-istatistiği) <0,05 olduğundan anlamlıdır. R-kare değeri ise %98'dir. Dolayısıyla bağımsız değişkenin (enerji tüketimi) bağımlı değişkeni (GSYH) açıklama gücü çok yüksektir.

Gerekli tahminleri yapabilmek için aşağıda verilen Denklem 3'e göre views'te modelleme kurulmuştur ve Denklem 3a'ya ulaşılmıştır.

$$log(y) = \beta 1 + \beta 2\, log(x2) + \beta x\, log(x3) + \ldots + \beta n\, log(xn) \quad (3)$$

$$LOGGSYH = 4.11166996863 + 0.603796781828 * LOGTUKETIM + 0.332218517987 * LOGTUKETIM(-1) \quad (3a)$$

Dolayısıyla enerji tüketimindeki %1'lik artış ekonomik büyümede %0.60'lık bir artışa neden olmaktadır.

3.Çıkarımlar ve Öneriler

Bu çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre uzun zaman diliminde enerji tüketimi (petrol, kömür, doğal gaz, güneş, rüzgar vb.) ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Bu iki değişken arasında tek taraflı bir pozitif ilişki mevcut olup, toplam enerji tüketim değeri ekonomik büyümenin nedenidir. Enerji tüketimindeki 1 birimlik bir artış, ekonomik büyümeyi 0.60 birim artırmıştır. Yapılmış olan analiz sonuçlarına göre ekonomik büyüme için enerji tüketimi bir parametredir.
Enerjide önemli ölçüde dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye için enerji kaynakları çeşitlendirilmeli ve yenilenebilir enerjiye olan yatırımlar artırılmalıdır. Kaliteden ve konfordan ödün vermeden mevcut olan kaynakların kullanımı kısmında enerji verimliliğini artırıcı yollar aranmalıdır.
Enerji tüketiminin yüksek olduğu sanayi kuruluşlarında incelemeler yapılmalı, gerekli iyileştirmelerin sağlanabilmesi amacıyla bazı teşvikler verilmelidir. Yine bu sanayi kuruluş ve işletmelerine eski sistem ve teçhizatların, verimli teknolojilere sahip yeni ekipmanlarla değiştirilmesi konusunda gerekli bilgilendirilmeler yapılmalıdır.
Enerji tüketiminde payı yüksek olan elektrik tüketimi; konut, sanayi ve ulaşım gibi birçok alanda oldukça önemli bir yere sahiptir. Ekonomik büyümeyi de etkileyen elektrik, ülkemizde daha çok yenilenemez enerji kaynaklarından üretilmektedir. Bu bağlamda elektrik üretimi için revaçta olan rüzgar ve güneş enerjisi payında devlet teşviği artırılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, mevcut planlarda belirtilen seviyelere kıyasla daha çok arttırılmalıdır.

Kaynaklar

Lee, C.C. and Chien, M.S. (2010), "Dynamic Modelling of Energy Consumption, Capital Stock and Real Income in G-7 Countries" , *Energy Economics* 32, 564–581.

Tsani,Z.S. (2010), "Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece" , *Energy Economics* 32, 582-590.

Yalta A.T. (2011), "Analyzing energy consumption and GDP nexus using maximum entropy bootstrap: The case of Turkey" , *Energy Economics* 33, 2011, 453-460.

Pao, H.T., Y.Y. Li, H.C. Fu (2014), "Causality Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Brazil" , *Smart Grid and Renewable Energy,* 5(8), 198-205.

Meidani, A.A.N., M. Zabihi (2014), " Energy Consumption and Real GDP in Iran" , *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(1), 15-25.

BP Statistical Review of World Energy (2019) , 8-9.

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) "*Dönemsel Gayrisafi Yurt İçi Hasıla Değerleri*" , Nisan-Haziran 2019.

Uğurlu E. " *Durağanlık, Birim Kök Sınamaları- Stationarity, Unit Root Tests*" , İstanbul Aydın Üniversitesi Ekonomi ve Finans Bölümü, 7-10.

Kritik Altı Açık Kanal Akımının Nümerik Modellemesinde Ağ Yapısının Etkisinin İncelenmesi

Alaattin SEVEN[1]
Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ[1]*
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ŞİMŞEK[1]
Mehmet PARMAKSIZ[1]
Yavuz AVŞAROĞLU[1]

[1]Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

ÖZET

Teknolojik gelişmelere paralel olarak su kaynakları mühendisliğinde karşılaşılan problemlerin çözümlerinde bilgisayarlar oldukça sık şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayar yazılımlarının gelişmesine paralel olarak, modellemesi yapılan hidrolik problemler hakkında detaylı bilgi edinilmesi mümkün olmakta ve farklı akım ve yapı koşulu altında alternatif çözümler kısa süre içinde yapılabilmektedir. Bu avantajlara rağmen, hidrolik problemlerde akımı idare eden temel denklemlerin paket programlar kullanılarak sayısal olarak modellenmesine etki eden birçok parametre vardır. Sayısal modelde kullanılan çözüm ağının, iterasyon sayısının, iterasyon adımı büyüklüğünün, sınır ve başlangıç şartlarının, türbülans kapatma modelinin ve hız basınç eşleştirme modeli gibi parametrelerin sayısal model sonuçları üzerine etkisi olduğu bilinmektedir. Bu parametrelerin en uygun şekilde belirlenmesi için çok sayıda sayısal model oluşturmayı ve analizini yapmayı zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, kritik altı açık kanal akımının sayısal modellemesine ağ yapısının etkisi incelenmiş olup, sonuçlar üzerine ağ yapısının etkisinin olup olmadığı Ağ Yakınsama İndeksi yöntemi ile test edilmiştir. Ayrıca, farklı yoğunluğa hesaplama ağının kullanılarak elde edilen sayısal model sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağ yakınsama indeksi, akışkan hacimleri yöntemi, hesaplama ağı, kritik altı açık kanal akımı, sayısal model

Investigation of the Effect of Grid Structure on Numerical Modeling of Subcritical Open Channel Streamflow

ABSTRACT

In parallel with technological developments, computers are used frequently in the solution of problems encountered in water resources engineering. In parallel with the development of computer software, it is possible to obtain detailed information about the hydraulic problem models and alternative solutions can be made in a short time under different streamflow and structure conditions. Despite this advantage, there are some parameters that affects the numerical modeling of fundamental equations ruling streamflow in hydraulic problems using packet programs. It is known that parameters such as solution network used in the numerical model, the number of iterations, the size of the iteration step, the boundary and initial conditions, the turbulence closure model, the speed pressure matching model, are known to have an effect on the results of the numerical model. Determining these parameters in the most suitable way requires composing and analyzing large number of numerical models. In this study, the effect of grid structure on numerical modeling of subcritical open channel streamflow is investigated and the effect of grid structure on the results are tested by using Grid Convergence Index method. Additionally, numerical model results with different density grid structures are evaluated.

Keywords: Grid convergence index, volume of fluid method, calculation grid, subcritical open channel, numerical model

1. GİRİŞ

Açık kanal akımları, hidrolik mühendisliği alanındaki uygulamalarda sıklıkla karşılaşılan akım türüdür. Barajlardan veya göletlerden sulama suyu temin etmek amacıyla inşa edilen açık kanalların akım hızları genellikle düşük ve derinlikleri fazladır. Kanal eğiminin az olması suyun istenilen yönde ve hızda akması gibi avantajların yanında, sürtünme kayıplarının azalması yönünde de avantajı bünyesinde barındırmaktadır. Derinliğin fazla olması sulama suyu ihtiyaç olduğunda daha fazla debinin kolay alınmasını sağlamaktadır. Açık kanal akımları birçok çalışmaya konu olmuş bir olmasına rağmen araştırmacılar tarafından bazı akım özelliklerinin incelenmesine devam edilmektedir.

Sonlu hacimler yöntemi ile su-yapı etkileşimine sahip akımlarının modellenmesi, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak dünyada sıklıkla kullanılmaktadır

(Gümüş ve Şimşek, 2015, Şimşek ve ark. 2015, Şimşek ve ark. 2016, Soydan ve ark. 2018, Telkıran ve ark. 2019). Yapılan çalışmalar genellikle farklı yapı akım etkileşimi olan modellemede en uygun türbülans modelinin belirlenmesi üzerine olmakta, ayrıca hesap maliyetinin Large Eddy Simülasyon (LES) ve Dehacthed Eddy Simülasyon (DES) modellerine kıyasla daha düşük olması sebebiyle RANS denklemleri modellemelerde sıklıkla kullanılmaktadır. Şimşek (2017) çalışmasında, dolusavak şüt kanalı sonrası bulunan enerji kırıcı yapı üzerinden geçen akımın deneysel ve sayısal modellemesini yapmıştır. Sayısal çözümde, türbülansın tanımlanmasında Standart k-ε (SKE), Re- normalization Group k-ε (RNG), Realizable k-ε (RKE), *Shear Stress Transport* (SST), Modified k-ω (MKW) ve Reynolds Stress Model (RSM) modellerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda, serbest hidrolik sıçramanın akım karakteristiklerinin belirlenmesinde RSM modelinin en başarılı model olarak belirlenmiştir. Gümüş ve ark. (2016), çalışmalarında kapak sonrası meydana gelen batık hidrolik sıçramanın modellemesi için farklı türbülans kapatma modelleri kullanmışlardır. Serbest su yüzünün belirlenmesinde akışkan hacimleri yöntemini (Volume of Fluid-VOF), sayısal çözümlerin ağ yapısından bağımsızlığını belirlemek için ise ağ yakınsama indeksi (Grid Convergence Index-GCI) yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, kayar kapak sonrası meydana gelen batık hidrolik sıçramanın modellemesinde RSM modelinin en başarılı model olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada kritik altı açık kanal akımının sayısal modellemesine ağ yapısının etkisi incelenmiş olup, sonuçlar üzerine ağ yapısının etkisinin olup olmadığı Ağ Yakınsama İndeksi yöntemi ile test edilmiştir. Ayrıca, farklı yoğunluğa sahip ağ yapıları kullanılarak elde edilen sayısal model sonuçları değerlendirilmiştir. Serbest su yüzünün belirlenmesinde VOF yöntemi, türbülansın modellenmesinde ise literatürde RANS denklemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan SST türbülans modeli kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deney Özellikleri

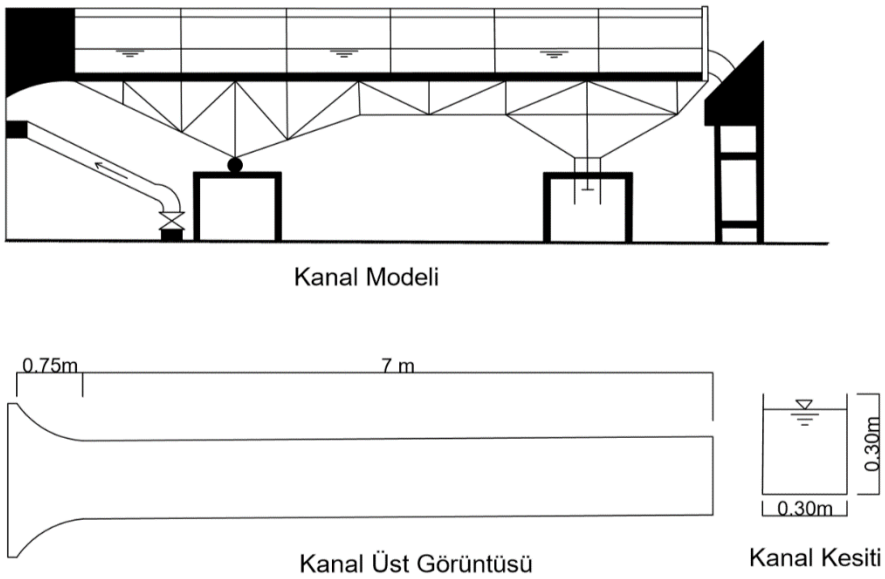
Deneyler, Ardıçlıoğlu (1994) tarafından Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Laboratuvarında Şekil 1'de görülen açık kanal modeli üzerinde yapılmıştır. Deneylerin yapıldığı kanalın yan duvarları ve tabanı camdan imal edilmiştir. Dikdörtgen kesitli açık kanal modelinin boyutları 30x30x700 cm'dir. Suyun açık kanal ve depo arasındaki sirkülasyonu santrifüj pompa ile yapılmaktadır. Deneylerde farklı debi durumlarında x doğrultusundaki hız bileşeni (u) tek boyutlu lazer doppler anemometresiyle (LDA) ölçülmüştür. Kanal boyunca x=0.60, 1.40, 1.90, 2.40, 2.90, 3.40, 3.90, 4.40, 4.90 ve

5.40 m kesitlerinde LDA ile hız ölçümleri yapılmıştır. Sayısal modellemede, Ardıçlıoğlu (1994) tarafından yapılan deneysel ölçümlerden en büyük ve en küçük debiye sahip akımlar kullanılmıştır. Bu akımlara ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tabloda bulunan S kanalın eğimini, Q debiyi, h su derinliğini, b açık kanalın genişliğini ve Fr ise kanal girişinde hesap edilen Froude sayısını temsil etmektedir. Froude sayısı Denklem 1'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} \tag{1}$$

Burada, **V** kesit ortalama hızı, **g** yerçekimi ivmesi, **h** su derinliğini temsil etmektedir.



Şekil 1. Açık kanal modeli (Ardıçlıoğlu, 1994)

Tablo 1. Deneylerin akım özellikleri

S	Q (l/s)	h (mm)	h/b	Fr
0.0005	19.5	200	1.5	0.232
0.0005	3.2	50	6	0.300

2.2. Temel denklemler ve türbülans modelleri

Hafif eğimli açık kanal akımı türbülanslı bir akım olup, bu tür akımın hareketinin çözülebilmesi amacıyla kullanılacak temel denklemler süreklilik ve Reynolds Ortalamalı

Navier-Stokes (RANS) denklemleridir. Bu denklemler, Denklem 2 ve Denklem 3'te verilmiştir.

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{2}$$

$$\rho\left(\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j}\right) = \rho g_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j^2} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\tau_{ij}) \tag{3}$$

Süreklilik ve RANS denklemlerinde bulunan u_i ortalama hız bileşenlerini, p ortalama basıncı, μ akışkanın dinamik viskozitesini, ρ akışkanın yoğunluğunu, ρgi yerçekiminin sebep olduğu kütlesel kuvveti, t zamanı, τ_{ij} ise türbülans (Reynolds) gerilmelerini ifade etmektedir.

Türbülans yani Reynolds gerilmeleri Boussinesq yaklaşımına göre Denklem 4'teki gibi ifade edilir:

$$\tau_{ij} = -\rho\overline{u_i' u_j'} = \mu_t\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3}\delta_{ij}\rho k \tag{4}$$

Burada, u_i' ve u_j' türbülans hız sapınçları ve μ_t türbülans viskozitesi olup δ_{ij} Kronecker deltadır (i=j için δ_{ij}=1). Türbülans viskozitesinin sayısal olarak hesaplanabilmesi için literatürde sıklıkla kullanılan SST (Menter, 1994) türbülans modeli kullanılmıştır.

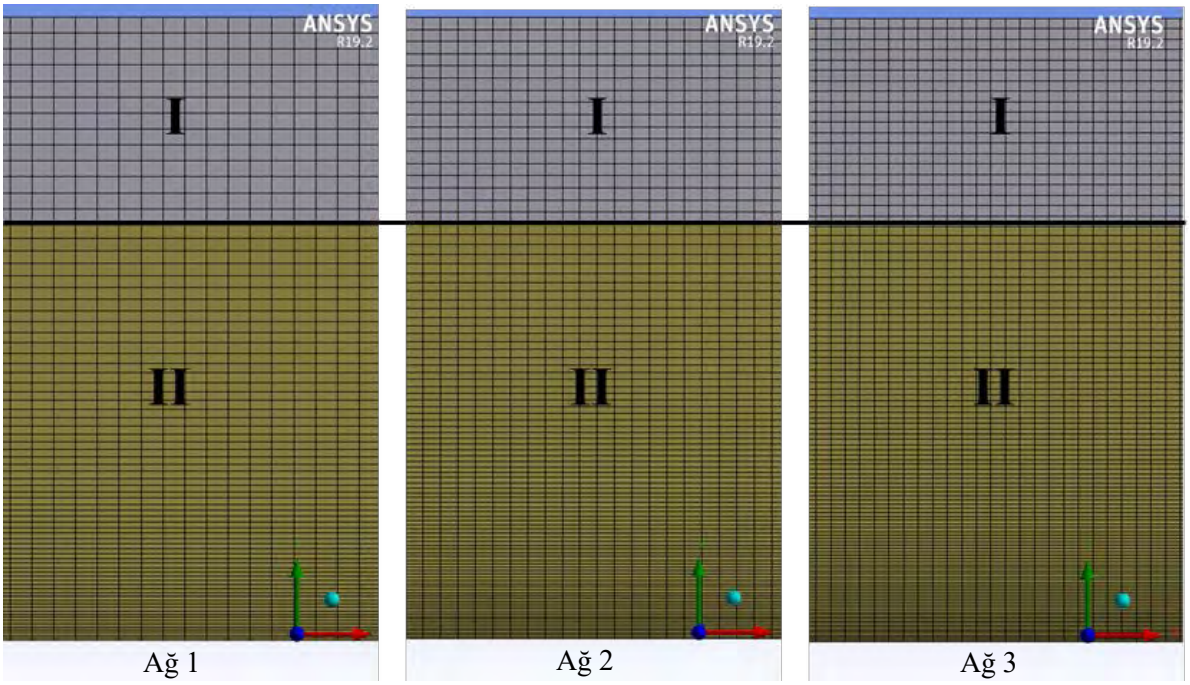
2.3. Akışkan hacimleri yöntemi (Volume of Fluid-VOF)

VOF yöntemi, birbirine karışmayan iki veya daha fazla akışkan arasındaki ara yüzeyin şeklinin belirlenebilmesi için çözüm ağına uygulanabilir (Hirt ve Nichols, 1981). Bu tez çalışması kapsamında su-hava ara kesitinin belirlenebilmesi için kullanılan bu yöntem, hücrelerin boş, kısmen ya da tam su ile dolu olduğunu belirlemede kullanılmaktadır. Buna göre, hacimsel doluluk oranını temsil etmesi için bir akışkan hacmi (F) tanımlanır. F=1 için ağ elemanı tam dolu, F=0 için boş (hava ile dolu) ve 0<F<1 için ağ elemanı kısmen dolu olmaktadır VOF yönteminde ara kesitin hesaplanmasında farklı yaklaşımlar bulunmakla beraber, bu çalışmada "Geo-Reconstruct" yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yöntem ile ilgili detaylar Gümüş (2014)'te verilmiştir.

2.4. Sayısal Ağ Yapısı

Sayısal model sonuçlarının üzerinde ağ yapısının etkisinin olduğu sayısal model çalışması yapan araştırmacılar ve kullanıcılar tarafından bilinmektedir. Çalışmada iki farklı akım durumu için üç farklı sıklıkta ağ yapısı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ağ yapısı Şekil 2'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi sayısal çözüm bölgesi iki alt bölgeye ayrılmıştır. Kanal tabanına yakın bölgede yani katı sınıra yakın bölgede ağ yapısı sıklaştırılmış ve bu bölgede daha hassas çözümlerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Tablo 2'de bu bölgede bulunan eleman sayıları verilmiştir.

Akışkan hacimleri yönteminin su hava arakesitinin belirleyebilmesi için su yüzünün üzerinde bir bölge (Bölge I) oluşturulmuştur. Bu bölgede oluşturulan ağ elamanlarının yoğunluğu duvar yakını bölgesine göre daha azdır. Böylelikle hesaplama yükü azaltılmıştır.



Şekil 2. Üç ağ yapısına ait hesaplama ağı

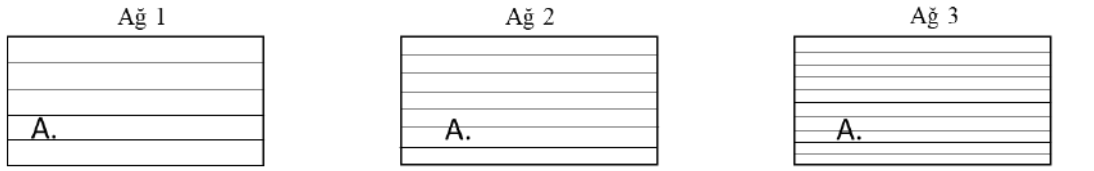
Tablo 2. Farklı alt bölgelerde bulunan ağ elemanı sayıları

	Alt Bölge	Ağ 1	Ağ 2	Ağ 3
Durum 1	I. Bölge	13x667	17x833	20x1000
	II. Bölge	63x667	17x833	95x1000
Durum 2	I. Bölge	53x667	65x833	80x1000
	II. Bölge	23x667	30x833	35x1000

2.5. Ağ Yakınsama İndeksi (Grid Convergence Index- GCI)

Sayısal hesaplamalarda seçilen sonlu eleman ağının etkisini incelemek ve çözümü ağdan bağımsız hale getirmek için ASME (American Society of Mechanical Engineering) tarafından önerilen (Çelik ve ark., 2008) GCI metodu kullanılmıştır.

GCI, model çözümlerinin sayısal ayrıklaşmalara (numerical discretizations) duyarlılığını ortaya koymak için ilk olarak Roache (1994) tarafından önerilmiştir. Çözüm ağı yakınsaması ve belirsizliğinin tahmini için en az üç sonlu eleman ağ yapısı gereklidir (Roache, 1998). Hesaplama sonucunda elde edilen GCI_{23}^{fine} değerinin %2'den küçük olması durumunda hesaplama ağının sayısal model sonuçları üzerinde etkisinin kabul edilebilir olduğu yani hesaplama ağının sayısal sonuçlar üzerinde etkisinin olmadığı söylenebilir. Hesaplamalarda bulunan, d_1, d_2 ve d_3 sırasıyla Ağ1, Ağ2 ve Ağ3'de bulunan ağ elemanın y doğrultusundaki yüksekliğini, p doğruluk mertebesini temsil etmektedir.



$$d_3 < d_2 < d_1 \qquad e_{12} = u_1 - u_2, \quad e_{23} = u_2 - u_3, \quad r_{12} = \frac{d_1}{d_2}, \quad r_{23} = \frac{d_2}{d_3} \qquad p = \frac{1}{\ln(r_{23})} \ln\left(\frac{(r_{23}^p - 1)e_{12}}{(r_{12}^p - 1)e_{23}}\right)$$

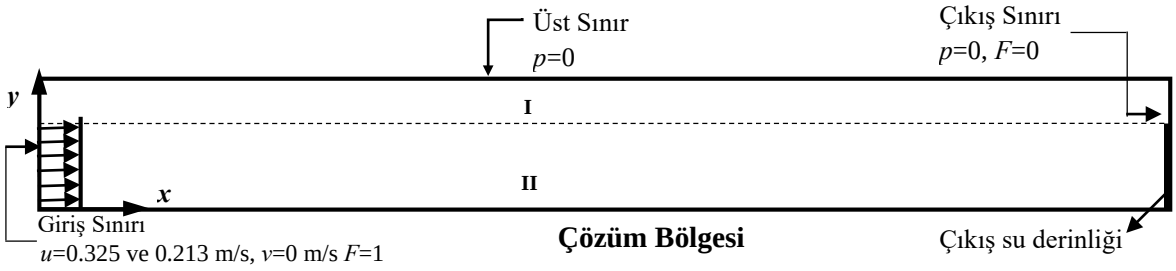
$$E_{23} = \frac{u_3 - u_{s2}}{u_3} \qquad GCI_{23}^{fine} = \frac{1.25|E_{23}|}{r_{23}^p - 1}$$

u_2 : d_2 aralığı ile tanımlanan hız değeri
u_3 : d_3 aralığı ile tanımlanan hız değeri
p : doğruluk mertebesi

2.6. Çözüm bölgesi, başlangıç ve sınır şartları

Sayısal modellemede kullanılan çözüm bölgesi, sınır ve başlangıç şartları Şekil 3'te verilmiştir. Çözüm bölgesinin sol alt sınır x-y koordinat takımının orjini olarak kabul edilmiş ve boyutlar bu koordinat sistemine göre tanımlanmıştır. Başlangıç şartı olarak çözüm bölgesi tamamen boş kabul edilmiş yani F=0 olarak çözüme başlanmıştır. Giriş sınırında suyun bu kesitten girdiğini göstermek üzere giriş sınırında başlangıç şartı olarak F=1 olarak verilmiştir. Çözüm bölgesinin giriş sınırında iki farklı akım durumu için deneysel hız profilinden elde edilen akım ortalama hızı u=0,325 ve 0.213 m/s olarak verilmiştir. Diğer düşey hız bileşeni (v) ise sıfır olarak kabul edilmiştir. Üst ve çıkış sınırında p=0 şartı tanımlanıp yani atmosfere açık olduğu belirtilmiştir. Deneysel çalışmada kanal çıkışında bulunan kapağın yüksekliğinin belirtilmemiş olmasından dolayı sayısal modelde bu çıkış sınırında deneysel verilerden elde edilen su derinliği h=20 cm olarak tanımlanmıştır. Sayısal modelleme bu sınır ve başlangıç

şartları altında su giriş ve çıkış sınırında dengeye ulaşana kadar devam etmiştir. Sayısal modellemede çözüm süresi 90 s olarak belirlenmiş ve bu süredeki çözümde giriş ve çıkışta debinin süreklilik sağladığı belirlenmiştir.



Şekil 3 Çözüm bölgesi, sınır şartları ve başlangıç şartları

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Ağ Yakınsama İndeksi (Grid Convergence Index-GCI)

Ağ yakınsama indeksi yöntemi ile Durum 1 için x=290 cm ve x=390 cm'de 10 farklı derinlikte elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre, kullanılan diğer akım durumuna göre hız değerleri yüksek olan Durum 1 için x=290 cm'de elde edilen en yüksek GCI değerleri % 0.001 ile %0.935 olarak belirlenmiştir. Katı sınıra yakın olan bölgede akım hızlarının viskoz gerilmeler neticesinde hızlı değişimlere uğraması nedeniyle en yüksek GCI değerleri katı sınıra yakın olan bölgede elde edilmiştir. Ayrıca akımın katı sınır etkisinden çıkmaya başladığı noktadan itibaren GCI değerleri azalma eğilimine girmiştir. Yine Durum 1 için x=390 cm için, x=290 cm'ye benzer bir şekilde katı sınıra yakın olan bölgede GCI değerleri daha yüksek olarak %0.018 değerinde olurken, katı sınırdan uzaklaştıkça büyük bir azalma göstermiştir. Bu nedenle, Durum 1 için elde edilmiş olan GCI değerlerine göre, kullanılan ağ yapısının çözüm üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 3. Durum 1 için x=290 cm'deki GCI sonuçları

n(mm)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	U_{s1}	U_{s2}	U_{s3}	r_1	r_2	p	GCI
10	1.866	1.494	1.195	0.268	0.267	0.266	1.249	1.250	-4.769	**-0.935**
20	2.511	1.965	1.612	0.301	0.301	0.300	1.278	1.219	-8.334	**-0.699**
30	2.501	2.001	1.666	0.326	0.326	0.324	1.250	1.201	-22.297	**-0.538**
40	2.499	1.690	1.666	0.349	0.349	0.348	1.479	1.014	-23.565	**-0.353**
50	3.033	1.666	2.499	0.365	0.366	0.365	1.821	0.667	-23.565	**-0.353**
70	3.758	2.997	2.499	0.376	0.377	0.376	1.254	1.199	1.648	**0.311**
90	4.002	2.852	2.499	0.379	0.380	0.379	1.403	1.141	-1.595	**-0.559**
110	4.000	2.861	2.499	0.379	0.382	0.382	1.398	1.145	4.855	**0.110**
140	3.749	3.006	2.499	0.383	0.384	0.383	1.247	1.203	3.356	**0.097**
180	3.848	3.124	2.499	0.369	0.367	0.367	1.232	1.250	14.350	**0.001**

Tablo 4. Durum 1için x=390 cm'deki GCI sonuçları

n(mm)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	U_{s1}	U_{s2}	U_{s3}	r_1	r_2	p	GCI
10	1.879	1.491	1.200	0.265	0.264	0.263	1.260	1.243	-1.843	**-0.018**
20	2.507	1.972	1.607	0.297	0.296	0.295	1.272	1.227	-1.975	**-0.015**
30	2.503	2.003	1.666	0.318	0.318	0.317	1.249	1.202	-4.860	**-0.008**
40	2.498	1.666	1.665	0.337	0.337	0.336	1.499	1.001	-13.331	**-0.007**
50	3.034	3.031	2.500	0.356	0.355	0.354	1.001	1.212	18.719	**0.000**
70	3.752	2.997	2.500	0.379	0.379	0.379	1.252	1.199	-1.733	**-0.004**
90	4.001	2.857	2.497	0.383	0.384	0.383	1.400	1.144	-3.114	**-0.003**
110	4.001	2.857	2.500	0.385	0.386	0.385	1.400	1.143	-2.742	**-0.003**
140	3.748	3.003	2.497	0.387	0.387	0.387	1.248	1.203	2.437	**0.001**
180	3.846	3.127	2.500	0.372	0.371	0.370	1.230	1.250	0.641	**0.011**

Durum 2 için, x=290 cm ve x=390 cm için 10 farklı yükseklikte hesaplanan GCI değerleri Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre, çok daha düşük bir derinliğe sahip olan bu akım için GCI değerleri x=290 cm'de %1.972 değerine ulaşırken, en düşük değer %0.1 olmuştur. Burada da Durum 1'e benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bunun yanında, x=390 cm'de akım tamamen gelişip düzenli üniform bir akım durumuna geçtiği tipik bir açık kanal akımına dönüştüğünden GCI değerlerinin oldukça düşük değerlerde olduğu görülmüştür. Elde edilen tüm değerlerin %2'den küçük olduğu görülmektedir. Dolasıyla hesaplamalarda Ağ3 yapısının kullanılması durumunda, hesaplama ağının sayısal model sonuçlar üzerinde etkisinin olmadığı söylenebilir.

İki farklı debi ile farklı kesitlerde ve farklı yüksekliklerde elde edilen GCI değerleri incelendiğinde, hesaplanan yüksek GCI değerlerinin akımın ani değişimler sergilediği katı sınıra yakın olan bölgelerde olduğu ve tabandan itibaren yapılacak sıklaştırmaların çözüm üzerine olumlu etkiler sağlayacağı değerlendirilmiştir.

Tablo 5. Durum 2 için x=290 cm'deki GCI sonuçları

n(mm)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	U_{s1}	U_{s2}	U_{s3}	r_1	r_2	p	GCI
2.5	1.414	1.171	0.928	0.106	0.103	0.108	1.208	1.262	-1.374	**-0.224**
5	1.581	1.308	1.049	0.132	0.127	0.132	1.209	1.246	-0.012	**-1.972**
7.5	1.779	1.429	1.125	0.144	0.138	0.145	1.245	1.270	0.320	**0.696**
10	1.870	1.490	1.201	0.153	0.146	0.153	1.255	1.241	-0.174	**-1.488**
15	1.992	1.627	1.292	0.159	0.152	0.159	1.224	1.259	0.793	**0.283**
17.5	2.372	1.885	1.490	0.169	0.161	0.169	1.258	1.265	0.491	**0.467**
22.5	2.646	2.053	1.673	0.177	0.168	0.176	1.289	1.227	-0.480	**-0.602**
27.5	2.494	1.773	1.673	0.183	0.174	0.182	1.407	1.060	-11.080	**-0.117**
35	2.494	2.007	1.673	0.189	0.181	0.189	1.242	1.200	-0.953	**-0.318**
45	2.494	1.667	1.657	0.194	0.188	0.196	1.496	1.006	-18.330	**-0.082**

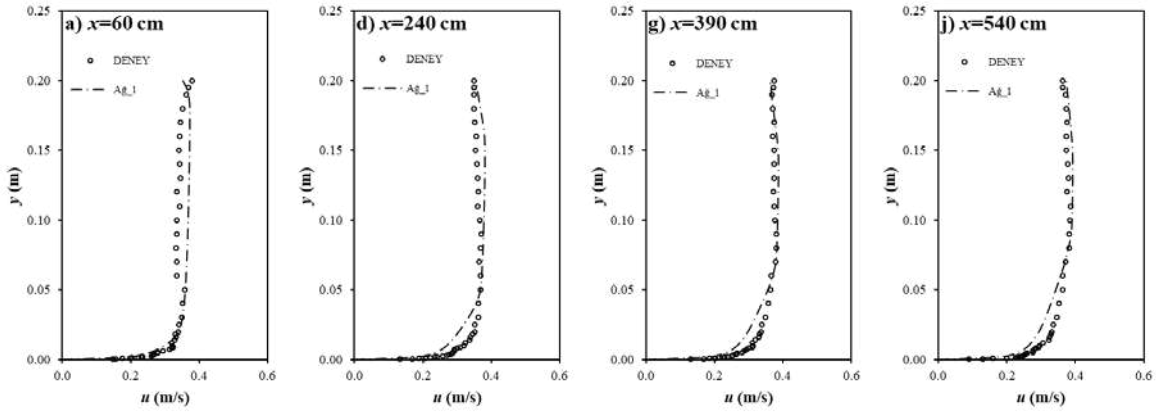
Tablo 6. Durum 2 için x=390 cm'deki GCI sonuçları

n(mm)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	U_{s1}	U_{s2}	U_{s3}	r_1	r_2	p	GCI
2.5	1.417	1.179	0.931	0.108	0.108	0.112	1.202	1.267	-16.777	**-0.050**
5	1.580	1.298	1.039	0.133	0.133	0.137	1.217	1.250	-9.240	**-0.042**
7.5	1.774	1.428	1.114	0.146	0.145	0.150	1.242	1.282	-6.463	**-0.044**
10	1.883	1.493	1.201	0.155	0.153	0.158	1.261	1.243	-6.318	**-0.048**
15	1.991	1.634	1.298	0.161	0.159	0.164	1.219	1.258	-4.106	**-0.061**
17.5	2.370	1.883	1.493	0.171	0.168	0.174	1.259	1.261	-3.042	**-0.077**
22.5	2.651	2.056	1.666	0.178	0.175	0.180	1.289	1.234	-3.129	**-0.083**
27.5	2.499	1.668	1.666	0.183	0.180	0.186	1.498	1.001	-79.824	**-0.067**
35	2.499	2.002	1.666	0.189	0.185	0.192	1.249	1.201	-3.217	**-0.093**
45	2.499	1.669	1.666	0.194	0.191	0.197	1.497	1.002	-57.475	**-0.061**

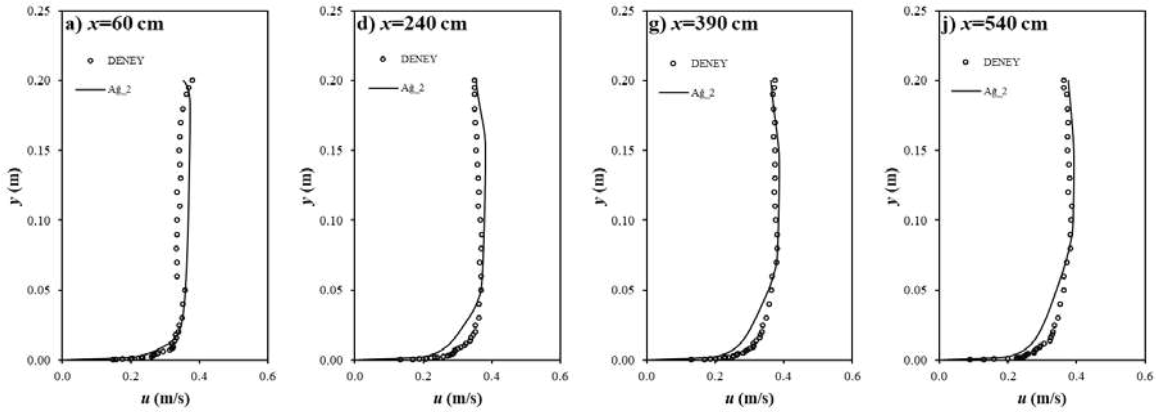
3.2. Deneysel ve sayısal hız profilleri

İki farklı debi için üç farklı ağ yapısı kullanılarak elde edilen akım hız profillerinin deneysel hızlarla karşılaştırması Durum 1 için Şekil 4, 5, 6'da, Durum 2 için Şekil 7, 8 ve

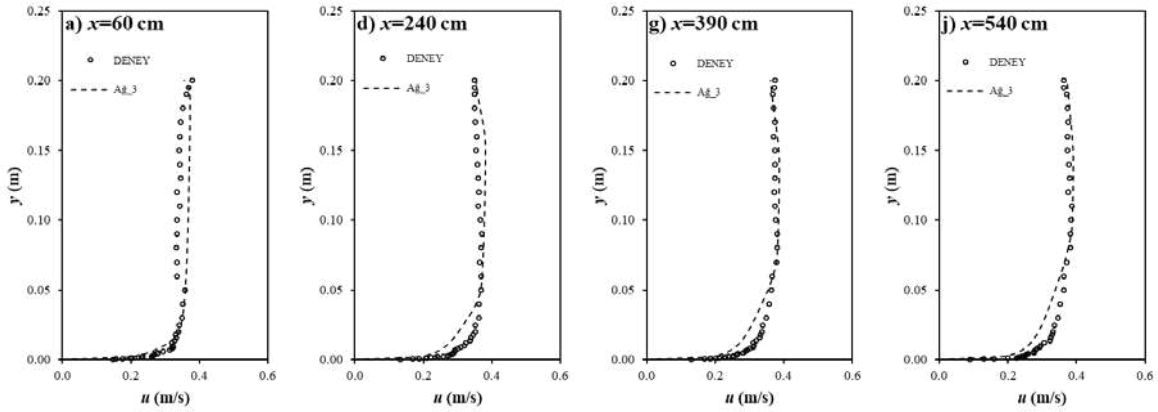
9'da verilmiştir. Buna göre, ele alınan iki debi için de akım hızlarının üç farklı ağ yapısında da aynı olduğu görülmektedir. Böylece iki boyutlu bir akışta kritik altı bir akım durumu söz konusu olduğunda ağ sıklığının fazla verilmemesinin çözüm süresi üzerinde olumlu etkiler yaratacağı ve böylece daha hızlı sayısal çözüm yapılabileceği değerlendirilmektedir.



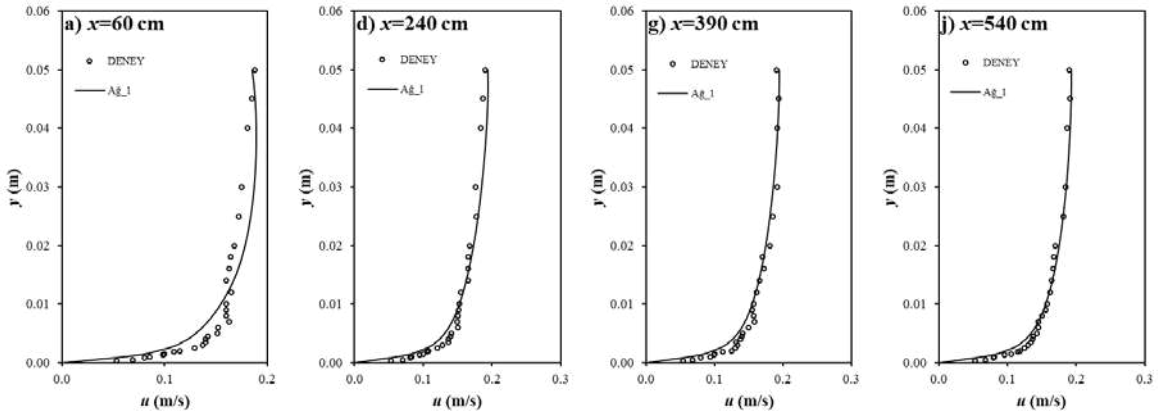
Şekil 4. Durum 1 için Ağ 1 kullanılarak elde edilen hız profilleri



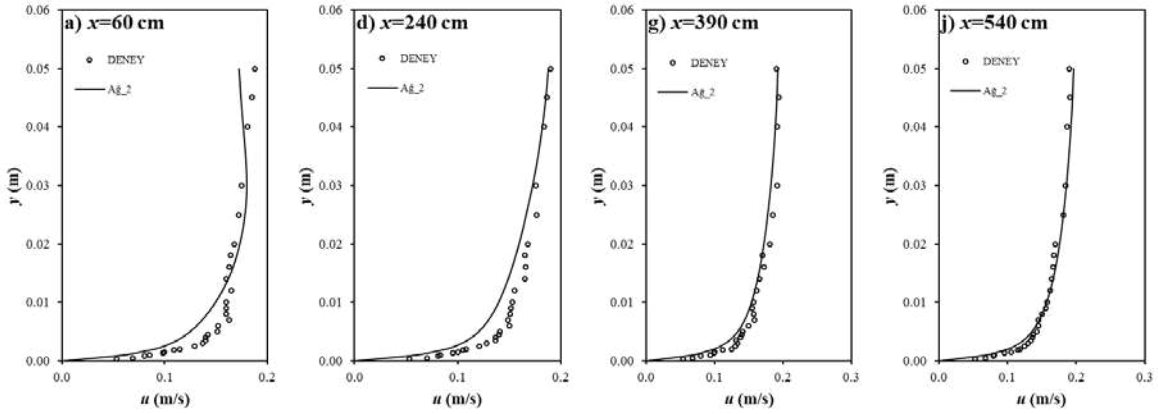
Şekil 5. Durum 1 için Ağ 2 kullanılarak elde edilen hız profilleri



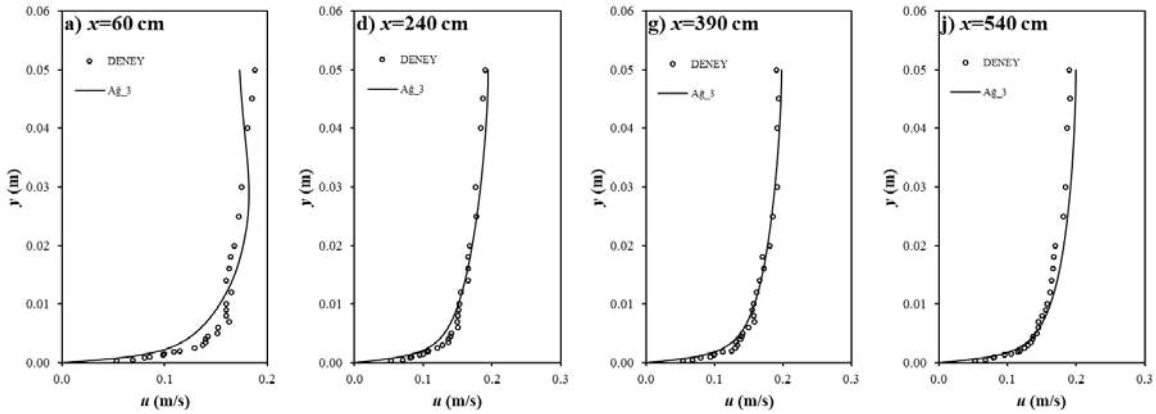
Şekil 6. Durum 1 için Ağ 3 kullanılarak elde edilen hız profilleri



Şekil 7. Durum 2 için Ağ 1 kullanılarak elde edilen hız profilleri



Şekil 8. Durum 2 için Ağ 2 kullanılarak elde edilen hız profilleri



Şekil 9. Durum 2 için Ağ 3 kullanılarak elde edilen hız profilleri

4. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında ağ yapısının hafif eğimli kritik altı açık kanal akımının sayısal modellemesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir;

- İki farklı debi için de farklı kesitlerde yapılan ağ yakınsama indeksi hesaplamalarına göre belirlenen GCI değerlerinin tüm kesitlerde ve tüm noktalarda %2'nin altında olduğu görülmüştür.
- Hesaplanan yüksek GCI değerlerinin akımın ani değişimler sergilediği katı sınıra yakın olan bölgelerde olduğu ve tabandan itibaren yapılacak sıklaştırmaların çözüm üzerine olumlu etkiler sağlayacağı değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak kritik altı bir akım durumu söz konusu olduğunda ağ sıklığının katı sınıra yakın olan bölgelerde arttırılmasının çözüm süresi üzerinde olumlu etkiler yaratacağı ve böylece daha hızlı sayısal çözüm yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (HÜBAP) tarafından 18197'nolu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı HÜBAP'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Ardiçlioğlu, M. (1994). Pürüzsüz açık kanal akımlarında türbülanslı hız dağılımının Laser Doppler Anemometresi ile incelenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

Celik, I. B., Ghia, U., Roache, P. J. Ve Freitas, C. J. (2008). Procedure for Estimation and Reporting of Uncertainty Due to Discretization in Cfd Applications. Journal of Fluids Engineering-Transactions of the Asme, 130(7).

Gumus, V., Simsek, O., Soydan, N. G., Akoz, M. S., & Kirkgoz, M. S. (2016). Numerical modeling of submerged hydraulic jump from a sluice gate. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 142(1), 04015037.

Gümüş, V. (2014). Dolusavak Akımının Sayısal Modellemesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

Gümüş, V., & Şimşek, O. 2015. Eğimli Açık Kanal Akımının Farklı Türbülans Modelleri ile Sayısal Modellemesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30(2), 41-54.

Hirt, C. W. & Nichols, B. D. (1981). Volume of Fluid (Vof) Method for the Dynamics of Free Boundaries. Journal of Computational Physics, 39(1): 201-225.

Menter, F. R. (1994). 2-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications. Aiaa Journal, 32(8): 1598-1605.

Roache, P. J. (1994). Perspective - a Method for Uniform Reporting of Grid Refinement Studies. Journal of Fluids Engineering-Transactions of the Asme, 116(3): 405-413.

Roache, P. J. (1998). Verification of Codes and Calculations. Aiaa Journal, 36(5): 696-702.

Simsek, O., Akoz, M. S., & Soydan, N. G. (2016). Numerical validation of open channel flow over a curvilinear broad-crested weir. Progress in Computational Fluid Dynamics, an International Journal, 16(6), 364-378.

Soydan, N. G., Şimşek, O., & Aköz, M. S. (2018). Köprü Ayağı Etrafındaki Türbülanslı Akımın Sayısal ve Deneysel Analizi. Politeknik Dergisi, 21(1), 137-147.

Şimşek, O. (2017). Enerji kırı yapı üzerindeki akımın sayısal ve deneysel analizi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

Şimşek, O., Soydan, N. G., Gümüş, V., Aköz, M. S., & Kirkgöz, M. S. (2015). Ani Bir Düşüdeki B-tipi Hidrolik Sıçramanın Sayısal Modellenmesi. Teknik Dergi, 26(4), 7215-7240.

Telkiran, M. N., Aköz, M. S., Şimşek, O., & Soydan, N. G. (2019). Dolusavak Üzerinden Geçen Akımın Sayısal Analizi: Mersin Dereyurt Göleti Dolusavak Örneği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(1), 155-168.

Farklı Kapak Açıklıklarına Sahip Açık Kanal Akımının Su Yüzünün RNG Türbülans Modeli ile Sayısal Modellemesi

Mehmet Celal Can[1],
Doç. Dr. Veysel Gümüş[1],
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Şimşek[1],
İbrahim Halil İfşat[1],
Alaattin Seven[1]

[1]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

Özet

Açık kanallar, tarımsal alanda kullanılacak sulama suyunun istenilen bölgeye iletilmesinde kullanılan hidrolik yapılardır. Çok sayıda inşaa edilen açık kanalların ilettikleri debilerin ölçülmesi, membada su seviyesinin yükseltilmesi ve geçen debinin kontrol altına alınması için düşey veya radyal kayar kapaklar kullanılmaktadır. Akımın kayar kapak ile etkileşimde bulunması akımın hidrolik özelliklerini etkilemekte ve hidrolik açıdan bazı istenemeyen durumlara sebep olmaktadır. Hidrolik mühendisliği açısından ilgiyle incelenen kayar kapaklar ile etkileşim halinde bulunan açık kanal akımlarının özelliklerinin detaylı olarak incelenmesi gerekmekte ve kapak tasarımları bu bilgilere göre yapılmalıdır. Bu çalışmada, farklı kapak açıklığına sahip düşey kayar kapak ile etkileşimde bulunan açık kanal akımının deneysel ve sayısal modellemesi yapılmıştır. Sayısal modellemelerde sonlu hacimler yöntemime dayalı çözüm yapan Fluent paket programında akımı idare eden temel denklemlerin çözümünde Re-normalization Grup k-ε türbülans kapatma modeli (RNG), su yüzünün belirlenmesinde ise akışkan hacimleri yöntemi (Volume of Fluid-VOF) kullanılmıştır. Deneysel ve sayısal olarak elde edilen su yüzü profillerinin karşılaştırılmasından RNG türbülans modelinin kayar kapak ile etkileşimde bulunan açık kanal akımlarının sayısal modellemesinde başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca, farklı kapak açıklığı durumlarında sayısal olarak elde edilen hız profilleri ve basınç dağılımları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kayar kapak, Su yüzü profili, Sayısal modelleme, RNG türbülans modeli

Numerical Modeling of the Free Surface of the Open Channel Stream with Different Gate Opening by RNG Turbulence Model

Abstract

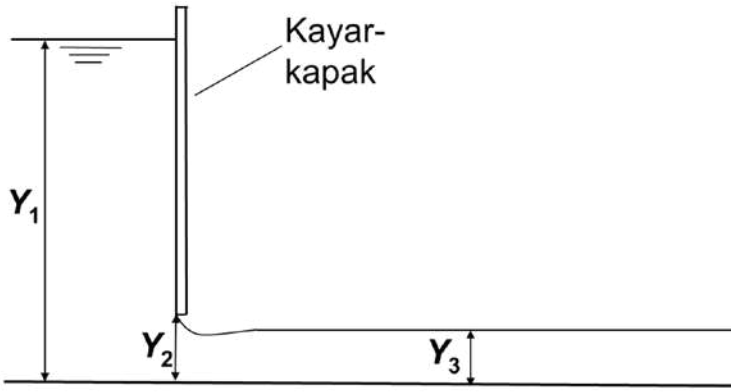
Open channels are hydraulic structures used to transmit irrigation water to be used in agricultural area. Vertical or radial gates are used to measure the flow rates delivered by a large number of open channels, to increase the water level in the upstream and to control the flow rate. The interaction of the flow with the sluice gate affects the hydraulic properties of the flow and causes some undesirable conditions in terms of hydraulics. In terms of hydraulic engineering, the properties of open channel flow interacting with sluice gates, which are examined with interest by scientist, need to be examined in detail and the cover designs should be made according to this information. In this study, experimental and numerical modeling of open channel flow interacting with vertical sluice gate with different opening is performed. Re-normalization Group k-ε (RNG) turbulence closure model is used for the solution of the governing equations of the flow. Fluent software, which is based on the finite volumes method, is used for numerical modeling, and the volume of fluid method (VOF) is used for the determination of the free surface profile. According to comparison of experimental and numerical free surface profiles, RNG turbulence model is found to be successful in numerical modeling of open channel flow interacting with sluice gate. In addition, numerical velocity profiles and pressure distributions are evaluated in different gate opening situations.

Keywords: Sluice gates, free surface profile, Numerical modeling, RNG turbulence model

1. Giriş

Açık kanallar baraj rezervuarından veya göllerden alınan suyu, sulama yapılacak tarım alanına iletmek amacıyla inşa edilen hidrolik yapılardır. Trapez, dikdörtgen, kare veya yarım silindir gibi en kesitlere sahip açık kanalların içerisine yerleştirilen farklı geometrilere sahip kayar kapaklar, su seviyesini ve debiyi kontrol etmeyi sağlar. Ayrıca, açık kanal içerisine yerleştirilen kapaklar, membasında istenilen seviyede su alınmasına imkân sağlamaktadır. Bunun yanı sıra kapak yapısı açık kanal akımının rejimini değiştirmektedir. Kayar kapak membasında artan su seviyesi, kapağa etki eden su basıncını arttırarak kapağın stabilitesini bozabilir ve kapak mesnet noktalarında hasarlar oluşturabilir. Kayar kapak ile etkileşim halinde bulunan akımın detaylı olarak incelenmesi, kapak membasında oluşacak bu gibi olumsuz durumlara tedbir alınması ve etkileşim bölgesinde akımın özelliklerini inceleme imkânı sunmaktadır.

Yumuşak eğimli kanalda, kapak membasında kritik-altı rejimde bulunan akım, kapak altından geçerek kısa mesafeli bir daralmanın ardından kritik-üstü bir akıma dönüşür (Şekil 1). Şekilde bulunan, Y_1 memba su derinliğini, Y_2 kapak açıklığını ve Y_3 ise mansap su derinliğini ifade etmektedir.



Şekil 1. Kapak kontrollü açık kanal akımının şematik görüntüsü

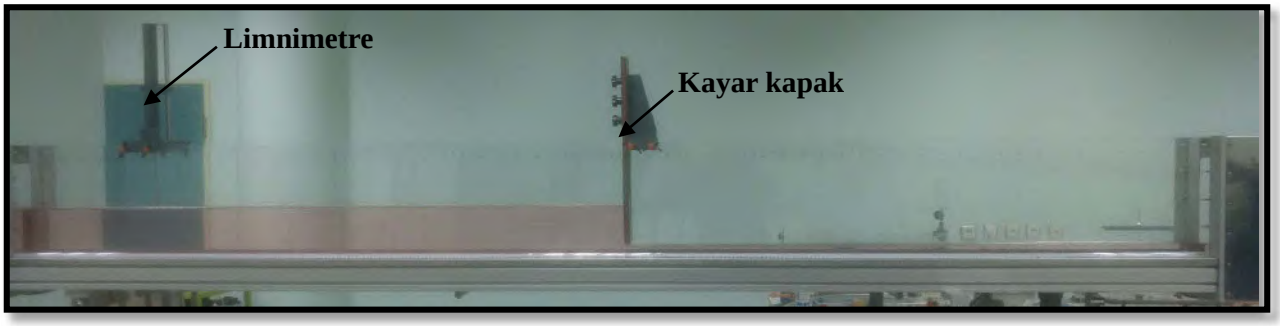
Akım-yapı etkileşimi ile ilgili problemler, geleneksel olarak, laboratuvar ortamındaki fiziksel model çalışmalarıyla incelenmektedir (Rajaratnam ve Humphries, 1982, Uyumaz, 1988, Guiying, 1995). Diğer taraftan, akışkan hareketinin teorik olarak analizi bağlamında, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (Computational Fluid Dynamics-CFD) yöntemlerinde kaydedilen gelişmeler, bu tür deneylerin sayısal modellerle yapılmasını da mümkün hale getirmiştir. Gümüş ve ark., (2016), kayar kapak mansabında meydana gelen batmış hidrolik sıçramayı deneysel ve sayısal olarak modellemişlerdir. Deneysel ve sayısal olarak elde edilen bulguların karşılaştırılmasından, kayar kapak mansabında meydana gelen hidrolik sıçramanın hız alanının ve su yüzü profilini belirlemede Reynolds Gerilme Modelinin kullanılan diğer türbülans modellerinden daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Soydan ve ark., (2017), silindir savak ile etkileşim halinde bulunan açık kanal akımını Re-normalization Group k-ε (RNG), Kayma gerilmesi taşınım (Shear Stress Model-SST) ve Reynolds Gerilme (Reynolds Stress Model-RSM) türbülans modellerini kullanarak sayısal olarak modellemişler ve sayısal olarak elde edilen akım alanı ve akım profillerini deneysel ölçümler ile karşılaştırmışlardır. Silindir savak altından geçen akımın sayısal modellenmesinde RNG türbülans modelinin SST ve RSM modellerine göre daha başarılı olduğu raporlanmıştır.

Sayısal model deneyleri fiziksel model deneylerine kıyasla daha esnek, hızlı ve ekonomik olarak yapılabildiğinden, akışkan hareketinin analizinde sayısal modelleme tekniklerinin kullanımı giderek yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmada, farklı iki kapak yüksekliği ve farklı akım koşulları için sonlu hacimler yöntemine dayalı olarak geliştirilen ANSYS-Fluent paket programı yardımıyla akımı idare eden temel denklemler, RNG k-ε türbülans modeli kullanılarak çözülmüştür. Su yüzünün teorik olarak belirlenmesinde Akışkan Hacmi Yöntemi (Volume of Fluid-VOF) kullanılmıştır. Sayısal modellerden elde edilen su yüzü profilleri, deneysel olarak ölçülen su yüzü profilleri ile karşılaştırılmıştır. Sayısal olarak elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

2. Deneyler

Kayar kapak kontrollü açık kanal akımının deneysel olarak modellenmesi Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik laboratuvarında bulunan açık kanal modelinde yapılmıştır (Şekil 2). Açık kanalın tüm yüzeyleri pleksiglasstan imal edilmiş ve hidrolik açıdan cilalıdır. Açık kanal 3 m uzunluğa, 10 cm genişliği ve 29 cm yüksekliğe sahiptir. Kanal içerisine pleksiglasstan üretilmiş kayar kapak yerleştirilerek akımın derinliği ve debisi kontrol altına alınmıştır. Kapak

kanal başlangıcından 120 cm ileriye yerleştirilmiştir. 2 farklı kapak yüksekliğinde farklı debi koşullarında deneysel olarak su yüzü profilleri, limnimetre kullanılarak elde edilmiştir. Deneylerde kullanılan akım özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tabloda bulunan Q akım debisini, Y_1 membadaki su derinliğini, V_o membadaki akım hızını, Y_2 kapak açıklığını ve Re membadaki Reynolds sayısını (Re=VD/υ, V akım hızı, D hidrolik yarıçap, υ akışkanın viskozitesi) temsil etmektedir.



Şekil 2. Deney düzeneği

Tablo 1. Deneylerde kullanılan akıma ait özellikler

Durum	Q (l/s)	Y_1 (cm)	V_o (m/s)	Y_2 (cm)	Re
1	3.94	19.5	0.202	3	8758.6
2	5.63	20.0	0.281	5	12337.7

3. Sayısal Modelleme

3.1. Temel Denklemler

İncelenen kayar kapak ile etkileşim halindeki akım düzenli, iki-boyutlu, sıkışmayan, türbülanslı serbest yüzeyli bir akımdır. Akımı idare eden temel denklemler, kütlenin korunumu ve momentumun korunumu (Reynolds-ortalamalı Navier-Stokes denklemleri), aşağıdaki gibidir:

$$\frac{\partial \overline{u}_i}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

$$\rho\left(\frac{\partial \overline{u}_i}{\partial t} + \overline{u}_j \frac{\partial \overline{u}_i}{\partial x_j}\right) = \rho g_i - \frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial^2 \overline{u}_i}{\partial x_j^2} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \tag{2}$$

(1) ve (2) denklemlerinde u_i, x_i doğrultusundaki hız bileşeni g_i yer çekimi ivmesi, p basınç, μ dinamik viskozite, ρ akışkan yoğunluğu ve τ_{ij} türbülans (Reynolds) gerilmeleridir.

3-boyutlu akım alanında yukarıdaki 4 denklem 10 adet bilinmeyen içermektedir (üç hız bileşeni $\overline{u}_i$, basınç $\overline{p}$ ve altı bağımsız Reynolds gerilmesi, $-\rho\overline{u_i' u_j'}$). Böylece bilinmeyenler açısından denklem sisteminin kapatılabilmesi için türbülans gerilmelerinin tanımlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sorun, yukarıdaki zamansal-ortalama denklemlerin sayısal hesaplama

sürecinde, denklemlerde yer alan türbülans gerilmelerinin türbülans kapatma modelleri kullanılarak çözülmesini gerektirmektedir. Türbülans viskozitesinin doğrusal tanımlamasını esas alan Boussinesq yaklaşımına göre (2) denklemindeki türbülans kayma gerilmesi bünye denklemi ile, sıkışmayan akımlar için, aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$\tau_{ij} = -\rho\overline{u_i' u_j'} = \mu_t\left(\frac{\partial \overline{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \overline{u}_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3}\rho k \delta_{ij} \tag{3}$$

burada u_i' ve u_j' yatay ve düşey türbülans hız sapınçları, μ_t türbülans viskozitesi, k ($=\overline{u_i' u_i'}/2$) türbülans kinetik enerjisi ve δ_{ij} Kronecker deltadır.

3.2. Re-normalization Group k-ε Türbülans Modeli (RNG)

Bu model ile türbülans viskozitesi μ_t, türbülans kinetik enerjisi, k, ve onun kayıp oranına, ε, bağlı olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \tag{4}$$

C_μ boyutsuz model sabitidir. (4) denklemindeki k ve ε değerlerinin bulunması için iki adet kısmi diferansiyel transport denkleminin çözülmesi gerekmektedir:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \overline{u}_j \frac{\partial(\rho k)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] + \tau_{ij}\frac{\partial \overline{u}_i}{\partial x_j} - \rho\varepsilon \tag{5}$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \overline{u}_j \frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right] + C_{1\varepsilon}^{*}\frac{\varepsilon}{k}\tau_{ij}\frac{\partial \overline{u}_i}{\partial x_j} - C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{k} \tag{6}$$

Model sabitleri aşağıdaki gibi verilmiştir (Yakhot ve ark., 1992):

$$C_\mu = 0.0845, \quad \sigma_k = \sigma_\varepsilon = 0.7194, \quad C_{1\varepsilon}^{*} = C_{1\varepsilon} - \frac{\eta(1-\eta/\eta_0)}{1+\beta\eta^3}, \quad C_{2\varepsilon} = 1.68, \quad C_{1\varepsilon} = 1.42,$$

$$\eta = (2S_{ij}S_{ij})^{1/2}\frac{k}{\varepsilon}, \quad S_{ij} = \frac{1}{2}(\overline{u}_{i,j} + \overline{u}_{j,i}), \quad \eta_0 = 4.377, \quad \beta = 0.012 \ (\textit{Deneysel})$$

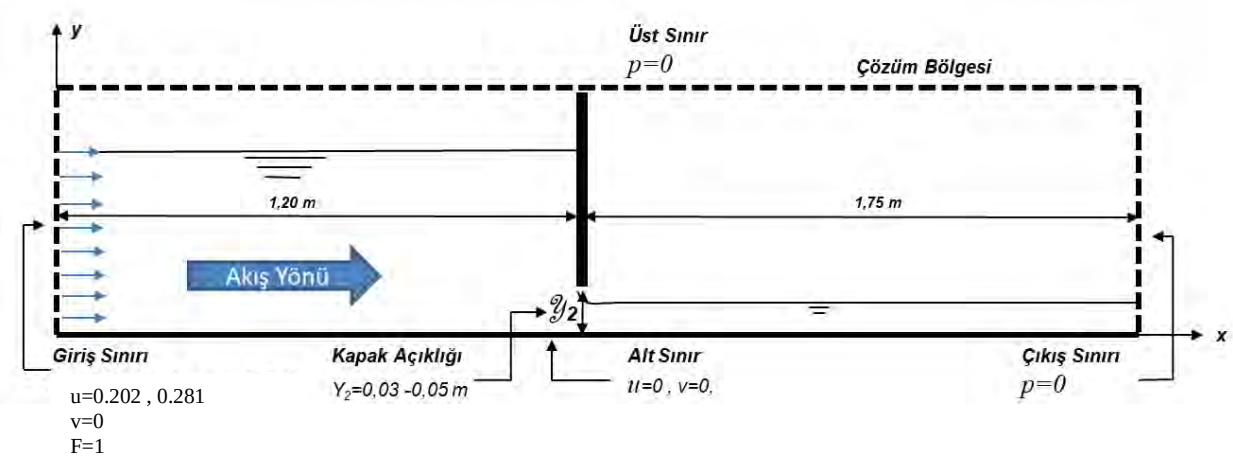
S_{ij} şekil değiştirme hızı tansörüdür. Görüldüğü gibi (6) denklemi akışkan şekil değiştirmesine bağlı η parametresini içermektedir. Bu ilave parametre sayesinde RNG modelinin ivmelenen, şiddetli eğriselliğe maruz, sınır tabakasının ayrıldığı, ikincil akımlar ve durma noktasının mevcut olduğu akımlarda Standart k-ε modeline göre daha gerçekçi sonuçlar verdiği iddia edilmiştir.

3.3.Akışkan Hacimleri Yöntemi

Açık kanal akımlarının sayısal hesaplama ağında, sıvı ile havanın ara kesitinde bulunan, ağ elemanları hacimlerindeki akışkan doluluk oranını esas alan ve Akışkan Hacimleri (Volume of Fluid-VOF) adıyla anılan yöntem, açık kanal akımlarında serbest yüzey şeklinin belirlenmesinde güçlü ve başarılı bir teknik olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, verilmiş bir sayısal hesap ağına belirli zaman aralıklarında giren sıvının eleman hacimlerini doldurma oranlarının belirlenmesini ve buna bağlı olarak akımda serbest yüzey profilinin seçilmiş zaman aralıklarında hesaplanmasını gerçekleştiren bir sürece dayanmaktadır (Hirt ve Nichols, 1981). Doluluk oranını temsilen F=1 için ağ elemanı sıvı ile tam dolu, F=0 için boş (hava ile dolu), ve 0<F<1 için sıvı ile kısmen dolu olmakta, böylece her bir zaman adımında hesap ağı içerisindeki akım yüzeyinin konumu tespit edilebilmektedir. Herhangi bir anda temel denklemlerin sayısal çözümünden bulunan akım hızları, profilin bir sonraki zaman adımındaki yerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

3.4. Başlangıç ve Sınır Şartları

Şekil 3'te kayar kapak kontrollü açık kanal akımının çözüm bölgesi, başlangıç ve sınır şartları verilmiştir. Çözüm bölgesinin üst sınırı memba su seviyesinin biraz üstünde, alt sınırı ise kanal tabanı yüzeyinden geçmektedir. Alt sınırda sıfır-hız duvar sınır şartı, yani u=v=0 kabulü yapılmıştır. Çözüm bölgesinin giriş sınırında, yatay hız bileşeni üniform kabul edilmiş ve kesit ortalama hızına eşdeğer olarak u=0.202 ve 0.281 m/s ve düşey hız bileşeni v=0 alınmıştır. Kanal sonundaki serbest dökülme kesiti olan çıkış sınırında ve çözüm bölgesinin üst sınırında basınç şartı p=0 değeri kullanılmıştır.



Şekil 3. Çözüm bölgesi ve sınır şartları

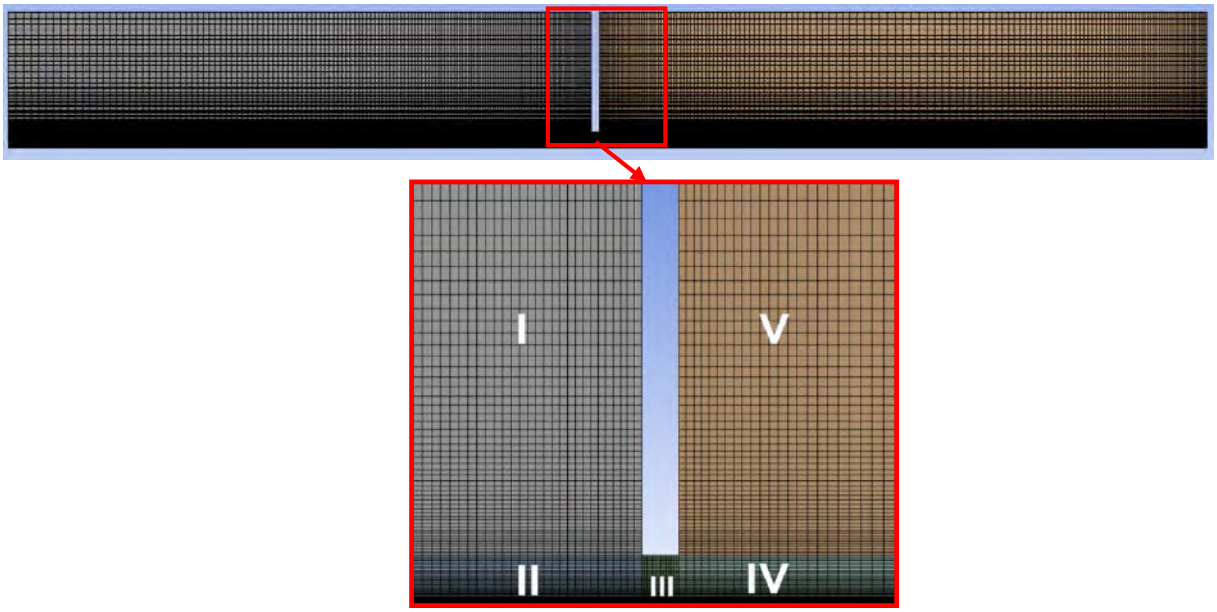
3.5. Hesaplama Ağı Tasarımı

Akışkan akımları ile yapıların etkileşime girdiği durumlarda, hesaplama ağı yapısının sonuçlar üzerinde büyük ölçüde etkili olduğu bilinmektedir. Bu çalışmadaki probleme uygun hesaplama ağının tasarımında, önceden edinilen deneyimlere göre, hız gradyanı ve su yüzü profilindeki değişimlerin artış gösterdiği yerlerdeki ağ yapısı, üniform olarak ya da belli bir oranda sıklaştırılmıştır.

İncelenen akımların karakteri göz önüne alınarak, çözüm bölgesi, Şekil 4'de görüldüğü gibi 5 alt bölgeye ayrılmış ve ayrıklaştırma hatasının tespiti için her bir alt bölgede eleman sayısı yaklaşık olarak %50 ve %75 oranında artırılmak suretiyle dikdörtgen elemanlardan oluşan 3 farklı yoğunluğa sahip hesaplama ağı kullanılmıştır. Çözüm bölgesinde toplam 193.491 adet eleman bulunmaktadır. Tablo 2'de, ağ 3 yapısında alt bölgelerde bulunan eleman sayıları verilmiştir.

Tablo 2. Ağ eleman sayısı

Alt Bölge	Eleman sayısı	Toplam eleman sayısı
I	437 x 163	71.231
II	437 x 36	15.732
III	36 x 8	288
IV	640 x 36	23.040
V	640 x130	83.200



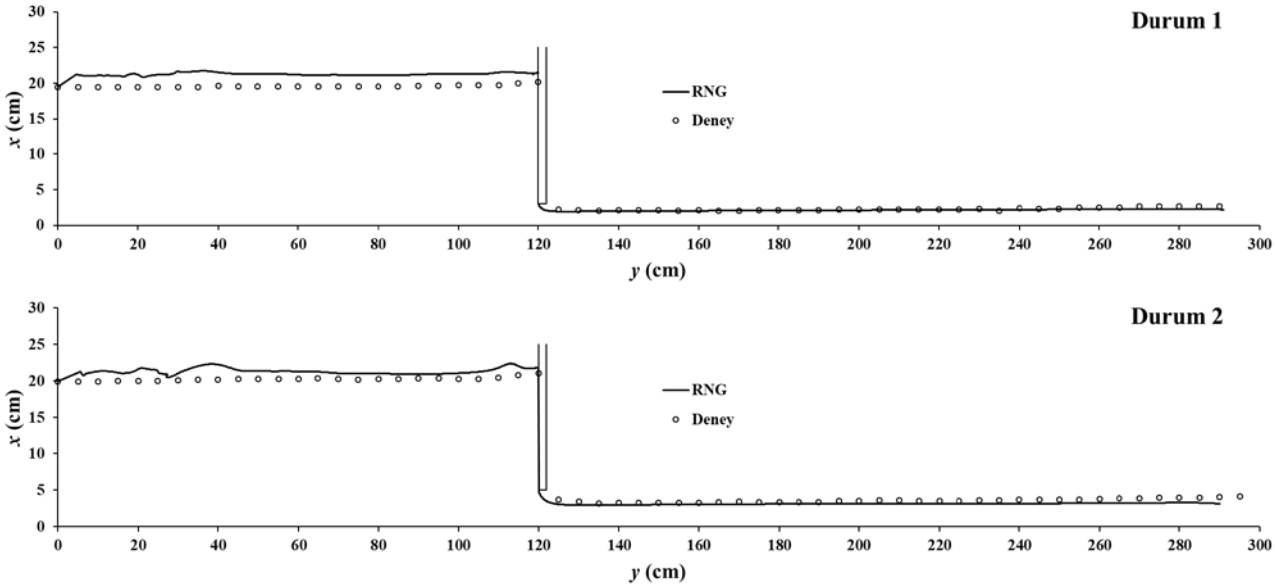
Şekil 4. Hesaplama ağı

4. Bulgular ve Tartışmalar

4.1. Su yüzü profilleri

Limnimetre kullanılarak farklı debi durumlarında elde edilen deneysel su yüzü profillerinin, RNG türbülans modeli kullanılarak sayısal olarak elde edilen su yüzü profillerinin karşılaştırılması Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde, Durum 1 ve 2 için kapak memba bölgesinde deneysel ve sayısal su yüzü profilleri arasındaki uyum kapak mansabına göre daha düşüktür. Kapak ön yüzünde oluşan durma noktasında, su derinliğinde az da olsa bir artış söz konusu olmaktadır. Kapak mansap bölgesinde Durum 1'de elde edilen deneysel ve sayısal su yüzü

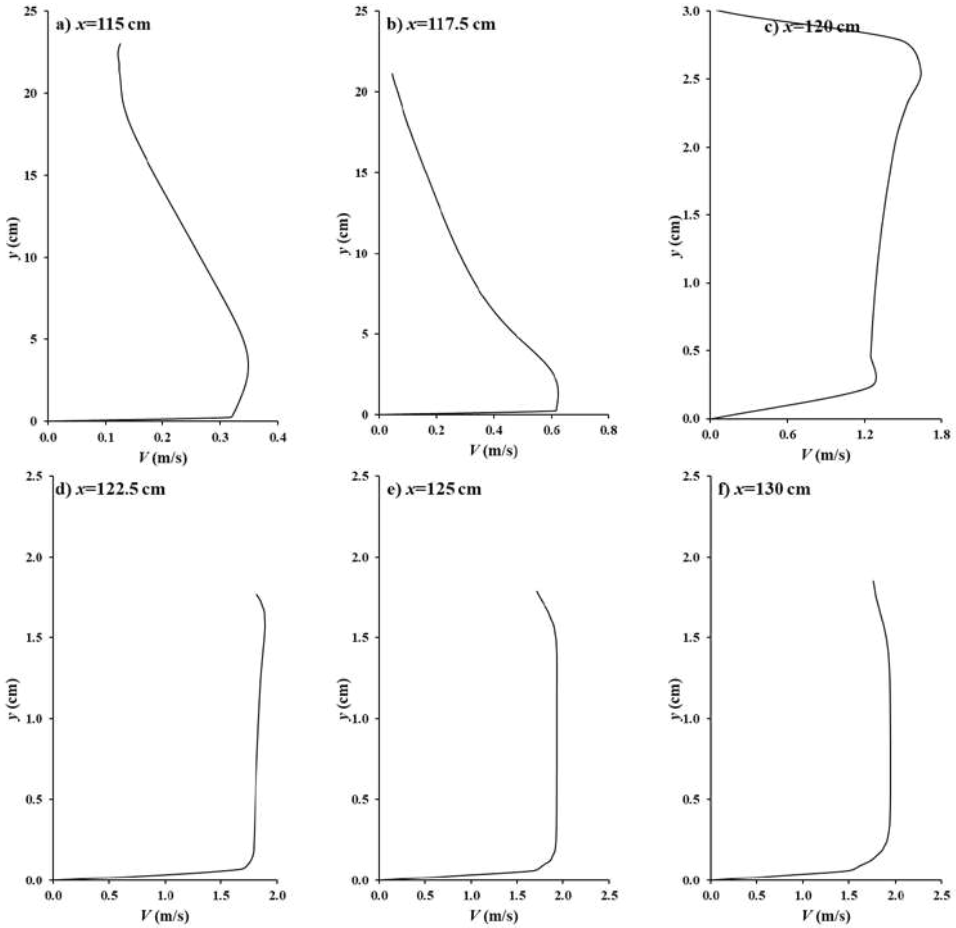
profilleri Durum 2'ye kıyasla daha uyum içerisinde bulunmaktadır. Kapak ile etkileşime giren akımın kapak altı geçişte meydana gelen daralmadan kaynaklı olarak eğri bir yörüngeye sahip olduğu görülmekte ve kapak açıklığının arttığı Durum 2'de bu eğriselliğin arttığı görülmektedir. Ele alınan her iki durumda, genel olarak RNG modeli kullanılarak elde edilen sayısal su yüzü profillerinin deneysel profillerle uyumlu olduğu ifade edilebilir.



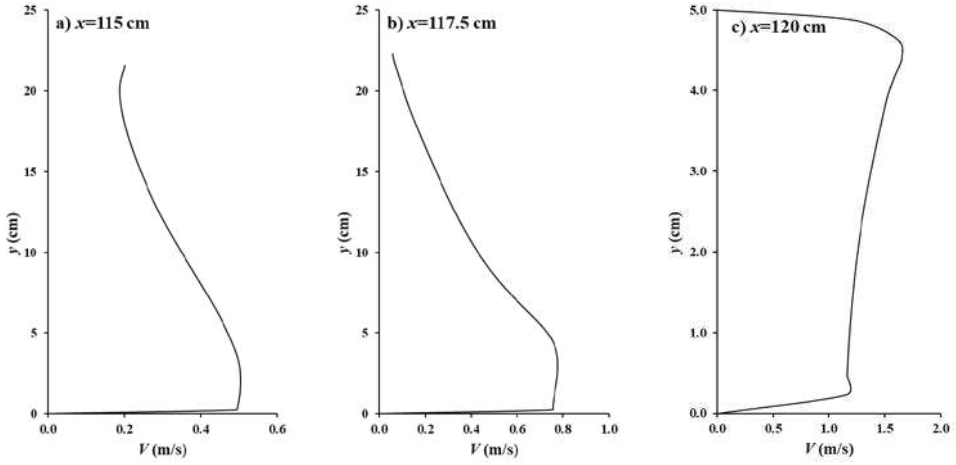
Şekil 5. Deneysel ve sayısal su profilleri (Durum 1 ve Durum 2)

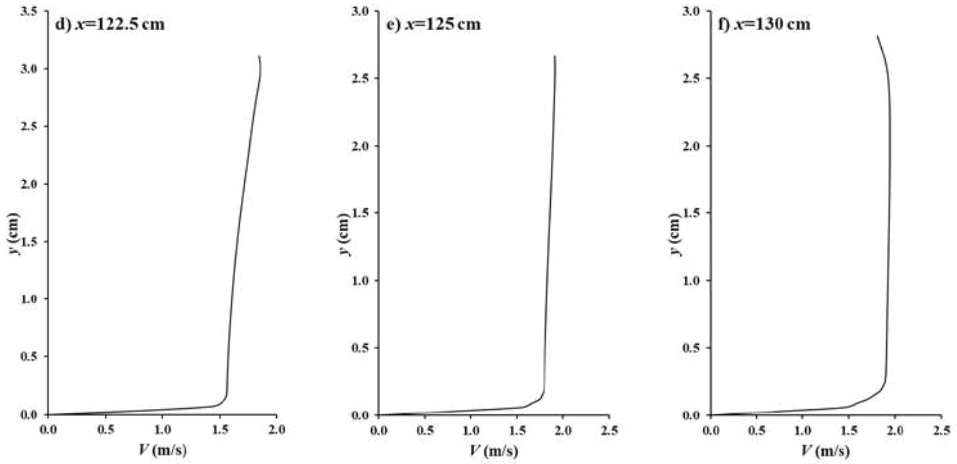
4.2. Sayısal Hız Profilleri

Durum 1 ve 2 için RNG modeli kullanılarak sayısal olarak elde edilen hız profilleri sırasıyla Şekil 6 ve 7'de verilmiştir. Tüm çözüm bölgesi yerine, akımın kapak ile etkileşim bölgesi olan x=115-130 cm mesafedeki hız profilleri değerlendirilmiştir. x= 115 ve 117.5 cm kesitlerinde elde edilen hız profilleri incelendiğinde bu kesitlerde akım üzerinde kapağın etkisinin bulunduğu görülmektedir. Kapağın hemen altı olan x=120 cm kesitinde akımın eğriselliğe sahip olduğu açıkça görülmektedir. Kapak mansabında bulunan x=122.5, 125 ve 130 cm kesitlerinde elde edilen hız profillerinden akım hızının memba bölgesine kıyasla yaklaşık 3 kat büyüdüğü belirlenmiştir. x= 125 ve 130 cm kesitlerinde, akımın eğrisellikten kurtulduğu görülmektedir. Durum 2 için Şekil 7'de verilen grafikler incelendiğinde, Durum 1 ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Kapak açıklığının artmasına bağlı olarak kapak membasında x=117.5 cm kesitinde kanal tabanına yakın bölgede elde edilen hız değeri Durum 1'e göre artmış, kapak altı kesitte (x=120 cm) ise kapak açıklığının artmasından dolayı hız değerleri azalmıştır. Durum 1'e kıyasla Durum 2'de eğriselliğin etkisi x=122.5 cm kesitinde daha belirgin olarak görülmektedir. Durum 2'de de kapak mansap bölgesinde x=130 cm kesitinde akımın kritik üstü açık kanal akımına dönüştüğü açıkça söylenebilir.



Şekil 6. Sayısal hız profilleri (Durum 1)

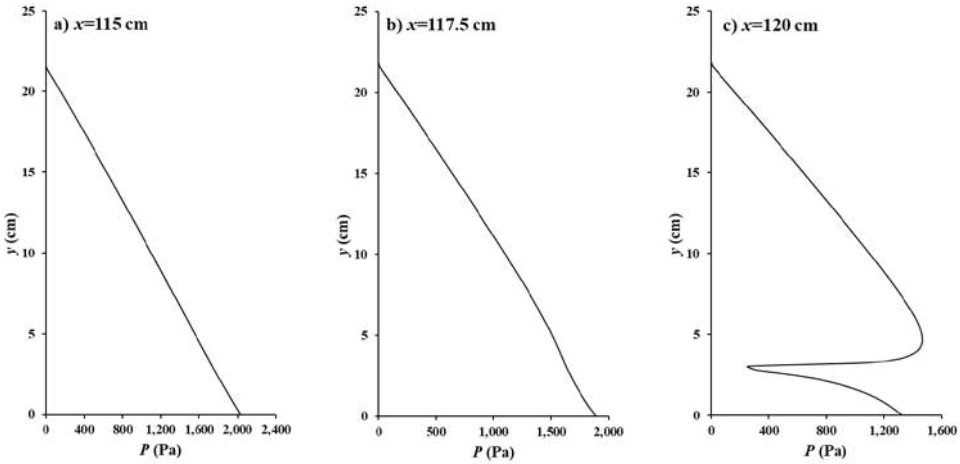


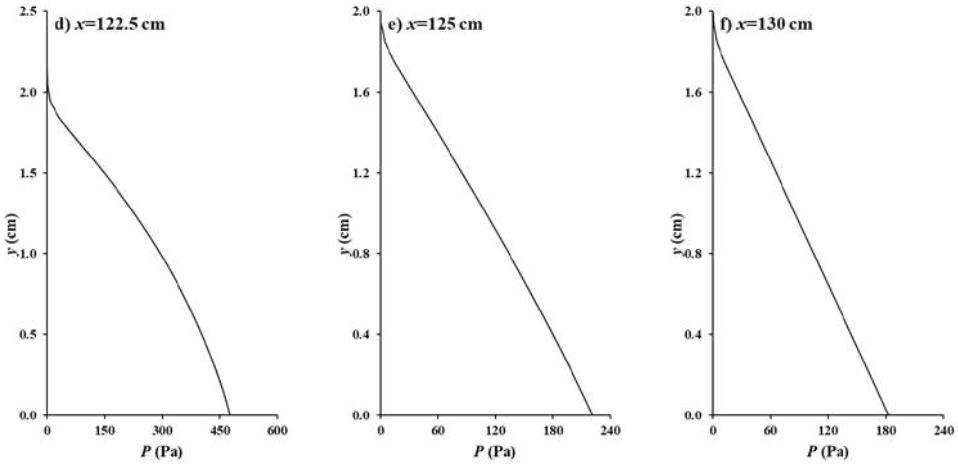


Şekil 7. Sayısal hız profilleri (Durum 2)

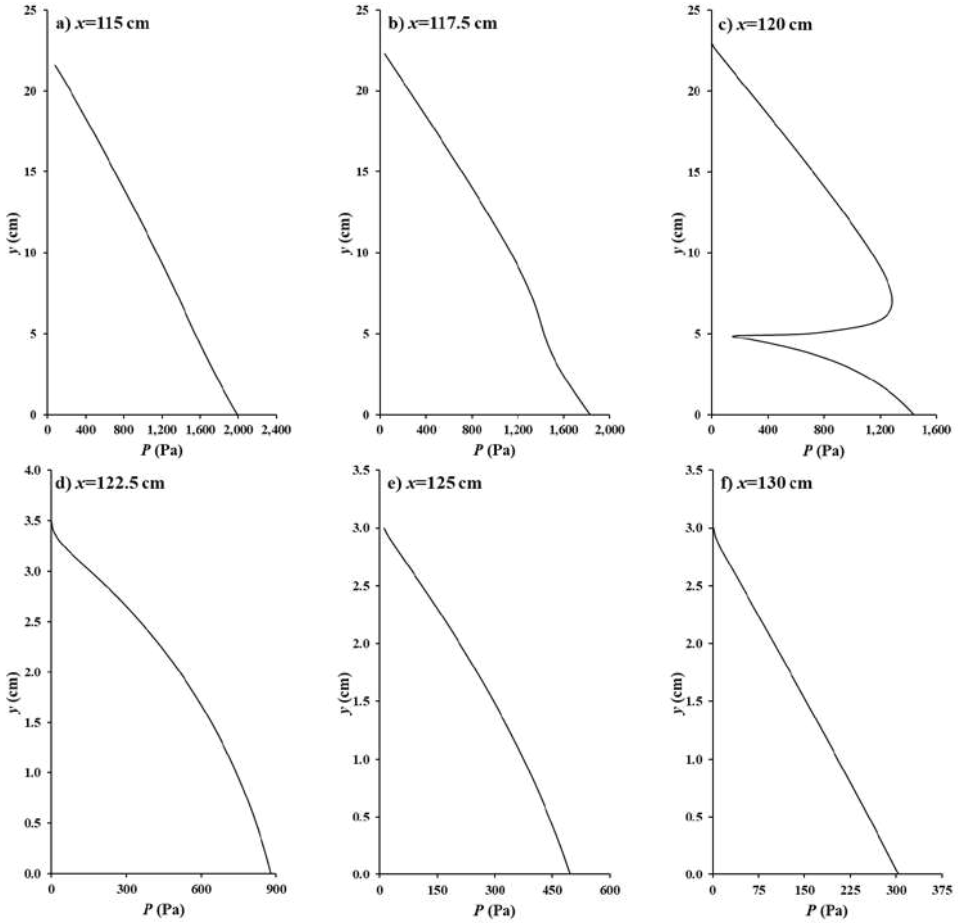
4.3. Sayısal Basınç Dağılımı

Şekil 8 ve 9'da, RNG modeli kullanılarak sayısal olarak elde edilen basınç değerlerinin su derinliği boyunca değişimleri Durum 1 ve 2 için sırasıyla verilmiştir. Sayısal hız profillerinin verilmiş olduğu kesitlerde basınç değişimleri incelenmiştir. Kapak mansap bölgesinde bulunan x=115 cm kesitinde basınç dağılımının hidrostatik basınç dağılımına yakın olduğu, kapağın akım üzerinde etkisinin görülmeye başlanmasından itibaren basınç dağılımının hidrostatik basınç dağılımından saptığı açıkça görülmektedir. Kapağın hemen altında x= 120 cm kesitinde elde edilen basınç grafiklerinden dağılımın hidrostatikten farklı olarak eğri yörüngeli akıma ait dağılıma benzediği belirlenmiştir. Bu durum bu kesitlerde elde edilen hız profillerinin grafikleri ile paralellik göstermektedir. Kapak açıklığının artmasıyla kapak mansap bölgesinde akım derinliği artmış ve bundan dolayı bu kesitlerde elde edilen kanal tabanı üzerinde elde edilen basınç değerlerinde artış görülmektedir. Eğriselliğin, Durum1'e kıyasla Durum 2'de daha fazla olduğu basınç değerlerinin dağılımından da belirlenmiştir.





Şekil 8. Basınç dağılımları (Durum 1)



Şekil 9. Basınç dağılımları (Durum 2)

5. Sonuçlar

Farklı akım durumlarında düşey kayar kapak ile etkileşimde bulunan açık kanal akımının deneysel ve sayısal modellemesi yapılmıştır. Sayısal modellemelerde sonlu hacimler yöntemine

dayalı çözüm yapan Fluent paket programı kullanılarak akımı idare eden temel denklemler Re-normalization Grup (RNG) türbülans modeli ile çözülmüştür. Sayısal modellemede su hava arakesitinin belirlenmesinde akışkan hacimleri yöntemi kullanılmıştır. RNG modeli kullanılarak sayısal olarak elde edilen su yüzü profilleri, laboratuvar ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Deneysel ve sayısal bulguların karşılaştırılmasından, kayar kapak ile etkileşimde bulunan açık kanal akımının ele alınan akım koşulları altında RNG türbülans modelinin başarılı olduğu görülmüştür. Sayısal olarak elde edilen hız ve basınç profillerinden kapak açıklığının artmasıyla akımda eğriselliğin arttığı belirlenmiştir. Kapak mansap yüzünden kapak açıklığının iki katı kadar mesafede eğriselliğin bittiği, kapak memba yüzünden ise kapak açıklığının yaklaşık 4 katı mesafede kapağın akım üzerinde etkisinin bulunmadığı söylenebilir. Çalışma sonucunda sayısal modelleme sonuçlarının kayar kapakların tasarımında güvenle kullanılabileceği belirlenmiştir.

6. Kaynaklar

Rajaratnam, N., ve Humphries, J. A. (1982). Free flow upstream of vertical sluice gates. Journal of Hydraulic Research, 20(5), 427-437.

Uyumaz, A. (1988). Scour downstream of vertical gate. *Journal of Hydraulic Engineering*, *114*(7), 811-816.

Guiying, X. (1995). Experimental Study on the Behavior of Flow through the Curved Channel in Front of a Sluice Gate. Journal of Wuhan University of Hydraulic and Electric Engineering, 3.

Soydan, N. G., Şimşek, O., ve Aköz, M. S. (2017). Prediction and validation of turbulent flow around a cylindrical weir. European Water, 57: 85-92.

Gumus, V., Simsek, O., Soydan, N. G., Akoz, M. S., ve Kirkgoz, M. S. (2015). Numerical modeling of submerged hydraulic jump from a sluice gate. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 142(1), 04015037.

Yakhot, V., Orszag, S. A., Thangam, S., Gatski, T. B., and Speziale, C. G. (1992). “Development of turbulence models for shear flows by a double expansion technique.” Phys. Fluids A, 4(7), 1510–1520.

Hirt, C. W. and Nichols, B. D., 1981. Volume of Fluid (VOF) Method for the Dynamics of Free Boundaries. J. Comput. Phys., 39, 201–225.

DRYING OF PEANUTS AT LOW TEMPERATURE AND DIFFERENT RELATIVE HUMIDITY VALUES

Arş. Gör. Kamil Neyfel ÇERÇİ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN*

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

ABSTRACT

Osmaniye and Adana provinces are regions where most of the peanuts grown in Turkey. After harvesting, the peanuts must be dried before being taken into storage or processing. The drying process is usually realised by open sun drying. However, aflatoxin formation develops and product quality decreases due to long drying times in this method. Although drying time is shortened with increasing drying air temperature, as the temperature of drying air increases, color and taste changes in the dried foodstuffs, changes in vitamin content and structural defects in the dried product occur more. These changes in dried foodstuffs can be prevented by drying at low temperature. In low temperature food drying applications, it is necessary to provide as much dry air as possible on the product to be dried in order to shorten long drying times. In this study, an experimental setup was established in which a low temperature (25 °C) drying process could be carried out and peanut product was dried with drying air at different relative humidity values. Drying characteristics of peanut products dried at low temperature and different relative humidity values were investigated experimentally.

Keywords: Low Temperature, Peanut, Drying

DÜŞÜK SICAKLIKTA FARKLI RÖLATİF NEM DEĞERLERİNDE YERFISTIĞI ÜRÜNÜNÜN KURUTULMASI

ÖZET

Türkiye'de yer fıstığının en çok yetiştirildiği bölge Osmaniye ve Adana illeri ile çevresidir. Yer fıstığının hasat edildikten sonra depolanma veya işlenme aşamalarına alınmadan önce kurutulması gerekmektedir. Kurutma işlemi genellikle güneş altında açık sergi yöntemiyle yapılmakta, uzun kurutma sürelerinden dolayı ürün içerisinde aflatoksin oluşumu gelişmekte ve ürün kalitesi düşmektedir. Kurutma zamanı, kurutma havası sıcaklığının artması ile kısalmasına rağmen kurutulan gıda maddelerindeki renk ve tat değişimi, vitamin içeriğindeki değişim ve kurutulan üründeki yapısal bozukluklar (ısıl gerilmelerden kaynaklanan çatlamalar vb.) sıcaklık arttıkça daha fazla gerçekleşmektedir. Kurutulan gıda maddelerindeki bu değişimler düşük sıcaklıkta kurutma yapılarak önlenebilmektedir. Düşük sıcaklıkta gıda kurutması uygulamalarında uzun kurutma zamanlarını kısaltmak için kurutulacak ürün üzerine mümkün olduğunca kuru hava göndermek gerekmektedir. Bu çalışmada düşük sıcaklıkta (25 °C) kurutma prosesinin gerçekleştirilebildiği bir deney düzeneği kurulmuş ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutma havası ile yerfıstığı ürünü kurutulmuştur. Düşük sıcaklıkta ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutulan yerfıstığı ürünlerinin kurutma karakteristikleri deneysel olarak incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Düşük Sıcaklık, Yerfıstığı, Kurutma

GİRİŞ

Yer fıstığı Rosales takımından, Leguminosae familyasından ve Arachis cinsinden tek yıllık bir bitkidir. Kültürü yapılan yer fıstığı çeşitleri Arachis hypogaea L. türü içerisinde yer almıştır. Dünyada ve ülkemizde yetişen yer fıstıkları Virginia, Spanish ve Valencia olarak üç grupta toplanmaktadır. Ülkemizde Virginia kökenli yarı yatık formlu yer fıstıkları yaygın olarak yetiştirilmektedir. Yer fıstığında ortalama olarak %25 protein, %46 yağ, %16 karbonhidrat ve %5 mineral madde bulunur. Bunun yanı sıra, önemli oranda B vitamini ve az miktarda A, C, D ve E vitaminleri içermektedir [1]. Fıstıkta küflenme hasattan itibaren başlamakta ve uzun süre devam eden soldurma ve kurutma aşamalarından dolayı ürün kalitesindeki düşüş ve ürün kayıplarıyla sonuçlanabilmektedir. Bunun yanı sıra ürettikleri mikotoksinler ile sağlık sorunlarına (mutajen, kanserojen, teratojen, tremorgen vb) neden olabilmektedir [2]. Günümüzde birçok kurutma yöntemi arasında en sık kullanılanı, günışığında kurutmadır. Bu yöntemle kurutulan ürünlerin uzun kurutma sürelerinden dolayı orijinal şeklini ve dokusunu, taze iken sahip olduğu rengini ve vitamin içeriğini kaybetme eğilimi vardır. Ayrıca kurutma hızı hava şartlarına çok bağlı olması ve hava şartlarının değişiminin kontrol edilmesinin mümkün olmaması düzgün dağılımlı ürün kalitesinin önüne geçmektedir [3]. Kurutma zamanı, kurutma havası sıcaklığının artması ile kısalmasına rağmen kurutulan ürünlerdeki renk ve tat değişimi, vitamin içeriğindeki değişim ve yapısal bozukluklar (ısıl gerilmelerden kaynaklanan çatlamalar vb.) sıcaklık arttıkça daha fazla gerçekleşmektedir. Yerfıstığı kurutma sıcaklığına çok duyarlıdır. Kurutma sıcaklığı arttığı zaman iç fıstıkta çatlama ve tat değişimi meydana gelmektedir. [4]. Dış hava sıcaklığının birkaç derece üzerine çıkılarak yapılan düşük sıcaklık kurutma işlemi yavaş gerçekleşen bir kurutma şeklidir. Kurutma hızını etkileyen faktörlerden biri olan sıcaklığın düşük olması kurutmanın yavaş gerçekleşmesinin başlıca nedenidir.
Kurutma hızını etkileyen diğer bir parametre ise kurutma havasının nem miktarıdır. Literatürde farklı ürünlere sabit sıcaklıkta ve farklı rölatif nem şartlarında kurutma havasının uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır [5-8]. Literatürdeki yapılan çalışmalarda, sabit sıcaklıklarda farklı rölatif neme sahip kurutma havası şartlarında kurutulan gıda ürünlerinin kuruma davranışlarının birbirinden farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada literatürde yüksek sıcaklıkta kurutma havasına maruz kaldığında zarar gördüğü belirtilen ve Osmaniye ilinde yaygın bir şekilde yetiştiriciliği yapılan yerfıstığı ürünü, düşük sıcaklık ve farklı rölatif neme sahip kurutma havası şartlarında kurutulmuş ve kuruma davranışları deneysel olarak incelenmiştir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, kurutma havasının düşük sıcaklık (sabit) ve farklı rölatif nem şartlarını sağlayabilmesi için bir sistem tasarlanmış ve kurulumu yapılmıştır (Şekil 1). Sistem soğutma ünitesinin buharlaştırıcısı, ısıtıcı kutusu, soğuk buharlı nemlendirici, kurutma odası ve sıcaklık-nem ayarlamasının yapıldığı kontrol panelinden oluşmaktadır. Öncelikle havanın nemi ve sıcaklığı buharlaştırıcı kullanılarak düşürülmektedir. Ardından kurutma havası ısıtıcıdan geçirilerek istenilen sıcaklık değerlerine yükseltilmektedir. Daha sonra kurutma havasının rölatif nemi soğuk buharlı nemlendirici ile istenilen rölatif nem değerlerine sabitlenmektedir. Son olarak istenilen kurutma havasının sağlandığı proses havası üründen nemi uzaklaştırmakta ve ürünün sıcaklığını arttırarak kurutma odasından çıkmaktadır. Böylece düşük sıcaklık ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutma prosesi gerçekleşmektedir. Kurutma işlemi boyunca 15 dk aralıklarla ölçümler alınmıştır ve ölçümlerin alınması sırasında kullanılan ciharlar Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Sistemin Genel Görünüşü

Tablo 1. Ölçümlerde ve Analizlerde Kullanılan Cihazlar

Cihaz	Ölçüm Parametreleri	Hassasiyet
TESTO 435	Hava Hızı	0.1 m/s
COLE PARMER Isıl Eleman Çifti	Sıcaklık	0.1 °C
EPLUSE Nem Ölçer	Rölatif nem	2-3 %
IOTECH PD3001Veri Kaydedici	Veri kayıt	16 bit
DİKOMSAN Dijital Terazi	Ağırlık	0.1 g

Yerfıstığının kuruma davranışı kuruma zamanına bağlı olarak değişken nem içeriği ve kuruma hızı parametreleri ile karakterize edilmektedir. Kuru baza göre nem içeriği ürün içerisindeki nem miktarının ürünün kuru madde miktarına oranı olarak adlandırılmaktadır ve Eşitlik 1 ile ifade edilmektedir [9].

$$M_{kb} = \frac{W_s}{W_k} \tag{1}$$

Burada, M_{kb}, kuru baza göre nem içeriğidir (g_s/g_{km}), W_s ürünün içerisindeki su miktarıdır (g_s), W_k ise ürünün içerisindeki kuru madde miktarıdır (g_{km}). Eşitlik 2'de ise yaş baza göre nem içeriği (M_{yb}) ifadesi ile kuru baza göre nem içeriği arasındaki bağıntı verilmiştir [10].

$$M_{yb} = \frac{M_{kb}}{1 + M_{kb}} \tag{2}$$

Burada M_{yb}, yaş baza göre nem içeriğidir (g_s/g).

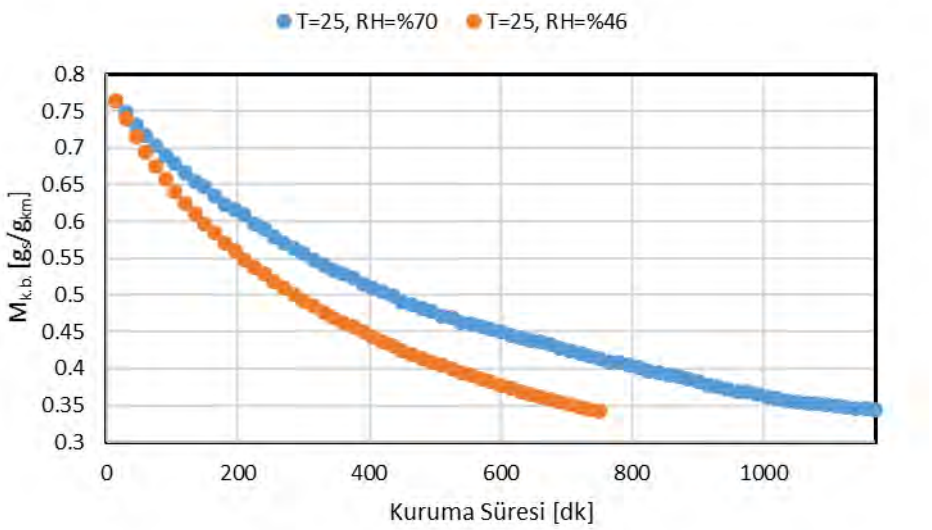
Kuruma hızı parametresi ise Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmaktadır [9].

$$DR = \frac{M_{kb,t} - M_{kb,t+\Delta t}}{\Delta t} \tag{3}$$

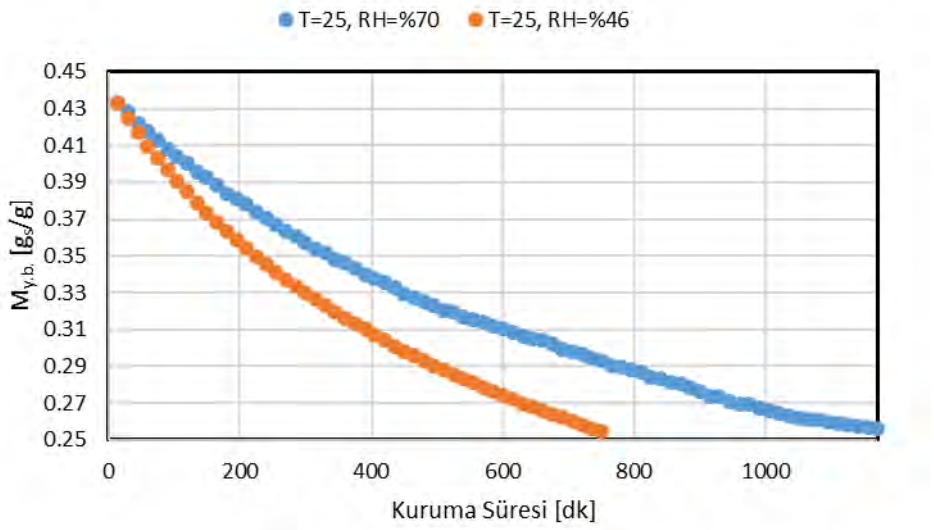
Burada, DR kuruma hızıdır ((g_s/g_{km})/dk), Δt ise zaman farkıdır (dk).

BULGULAR VE TARTIŞMA

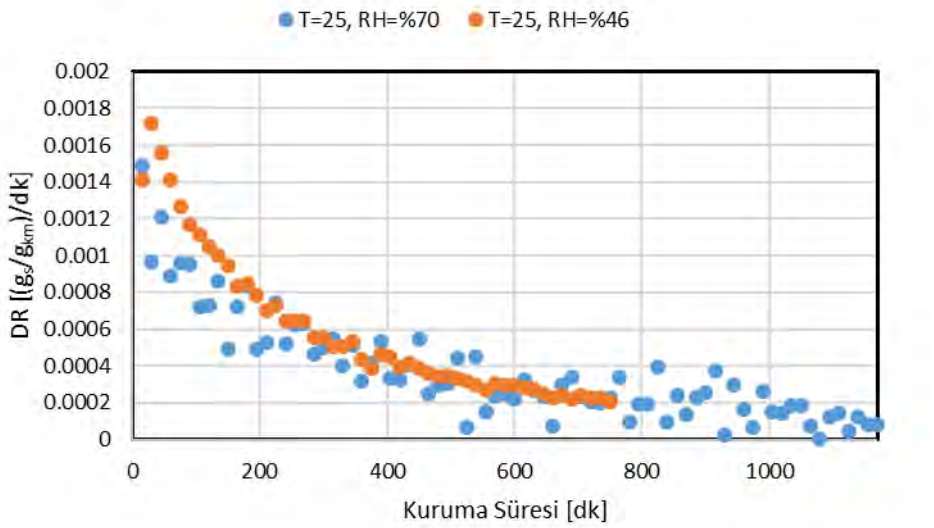
Bu çalışmada, yerfıstığının sabit sıcaklık ve farklı rölatif neme sahip kurutma havası şartlarına göre kuruma davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Bu işlemin sağlanabilmesi için bir kurutma sistemi tasarlanmış ve kurulumu gerçekleştirilmiştir. Sistemdeki ekipmanlar soğutma ünitesinin buharlaştırıcısı, ısıtıcı kutusu, soğuk buharlı nemlendirici, kurutma odası ve kontrol paneli olarak sıralanmaktadır. Kurutulacak olan yerfıstığı ürünleri yaklaşık olarak 325 g olarak ayarlanmıştır. Kurutma deneyleri fıstığın yüksek kurutma havası sıcaklıklarından zarar gördüğü göz önünde bulundurularak düşük sıcaklıkta (25 °C) gerçekleşmiştir. Kurutma havasının farklı rölatif nem şartlarının yerfıstığı üzerine etkisini görebilmek için ise sırasıyla %46 ve %70 şartlarında olacak şekilde kurutma havasının rölatif nemi iki farklı değere set edilmiştir. Kuruma işleminin başında yerfıstığı ürünleri yaklaşık olarak 0.78 g_s/g_{km} değerindedir ve kurutma işlemi yerfıstığı ürününün kuru maddesi yaklaşık olarak 0.34 g_s/g_{km} olana kadar devam etmiştir. Şekil 2'de farklı rölatif nem şartlarında kurutulan yerfıstığı ürünlerinin kuru baza göre nem içerikleri verilmiştir. Şekilde istenilen nem içeriğine düşük rölatif neme sahip kurutma havası şartlarında daha kısa sürede ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Şekil 3'de yaş baza göre nem içeriği verilmiştir. Benzer durum burada da gözlemlenmiştir. Şekil 4'de farklı rölatif nemde kurutma havası şartlarında kuruma hızının zamana göre değişimi verilmiştir. Genel olarak düşük nemde kuruma hızı değeri daha yüksektir ve kurutma boyunca daha düzenli bir trend göstermiştir. Düşük rölatif nem şartlarında kurutulan yerfıstığı ürününün kuruma hızı 0.000206933 - 0.001719728 (g_s/g_{km})/dk arasında bir değişim göstermiştir. Yüksek nem şartlarında kurutulan yerfıstığı ürününün kuruma hızı ise 5.10457E-06 - 0.001489077 (g_s/g_{km})/dk arasında bir değişim göstermiştir. Şekil 5'de farklı rölatif nem kurutma havası şartlarında kurutulan yerfıstığı ürünlerinin toplam kuruma süreleri verilmiştir. Düşük rölatif nem şartlarında kurutulan yerfıstığı ürününün yaklaşık olarak 7 saat kadar daha önce istenilen nem içeriğine ulaştığı gözlemlenmiştir.



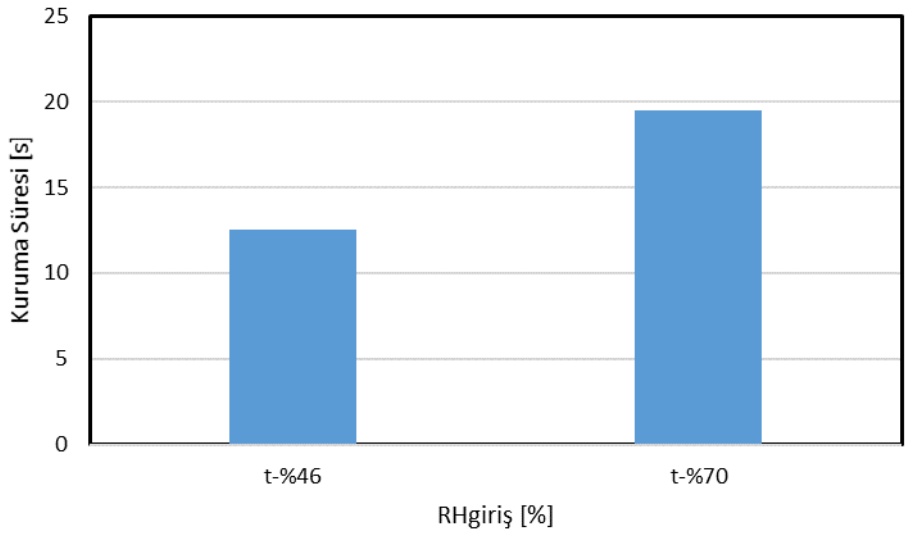
Şekil 2. 25 °C sıcaklık ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutulan yerfıstığı ürününün kuru baza göre nem içeriğinin zamana göre değişimi



Şekil 3. 25 °C sıcaklık ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutulan yerfıstığı ürününün yaş baza göre nem içeriğinin zamana göre değişimi



Şekil 4. 25 °C sıcaklık ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutulan yerfıstığı ürününün kuruma hızının zamana göre değişimi



Şekil 5. 25°C sıcaklık ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutulan yerfıstığı ürününün toplam kuruma süresi

SONUÇ

Bu çalışmada, yerfıstığının kuruma davranışı, düşük sıcaklık ve farklı rölatif nem değerlerinde kurutma havası şartları için deneysel olarak incelenmiştir. Sistemde kurutma havası şartları 25 °C olacak şekilde düşük sıcaklığa ve sırasıyla %46 ile %70 olacak şekilde farklı rölatif nem değerlerine set edilmiş ve yerfıstığının kuruma davranışları gözlemlenmiştir. Genel olarak düşük rölatif neme sahip kurutma havasında kurutulan yerfıstığının kuruma hızının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuruma süresine bakıldığında düşük rölatif neme sahip kuruma havasında gerçekleşen yerfıstığı kurutma işleminin ise daha kısa sürede tamamlandığı gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (OKÜBAP) tarafından OKÜBAP-2018-PT3-015 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı OKÜBAP'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Arıoğlu, H. H., (1999). "Yerfıstığı Yetiştirme Islahı", Yağ Bitkileri Ders Kitabı, Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, G.Y.No: 220, Y.No: A70, s. 74, Adana

[2] Gürsoy, N., Biçici, M., (2006). "Çukurova Bölgesinde Yetiştirilen Yerfıstıklarında Hasat, Kurutma ve Depolama Kademelerinde Aflatoksin Oluşumu", Gıda, 31(4), 209-215.

[3] Nagaya, K., Li, Y., Jin,Z., Fukumuro, M., Ando, Y., Akaishi, A., (2006). "Low-temperature desiccant-based food drying system with airflow and temperature control", Journal of Food Engineering, 71-72.

[4] Butts, C.L., Williams, E.J., Sanders, T.H. (2002). "Algorithms for automated temperature controls to cure peanuts", Postharvest Biology and Technology, 309-316.

[5] Kaya, A., Aydın, O., Kolaylı, S., (2010). "Effect of different drying conditions on the vitamin C (ascorbic acid) content of Hayward kiwifruits (Actinidia deliciosa Planch)", Food and Bioproducts Processing, 88, 165–173.
[6] Kaya, A., Aydın, O., Demirtaş, C., (2007). "Drying Kinetics of Red Delicious Apple", Biosystems Engineering, 96 (4), 517–524.
[7] Krokida, M.K., Karathanos, V.T., Maroulis, Z.B., Marinos-Kouris, D., (2003). "Drying kinetics of some vegetables", Journal of Food Engineering, 59 (2003), 391–403.
[8] Ondier, G.O., Siebenmorgen, T.J., Mauromoustakos, A., (2010). "Low-temperature, low-relative humidity drying of rough rice", Journal of Food Engineering, 545-550.
[9] Akpınar E.K., Biçer, Y., (2003). "Siklon tipi bir kurutucuda kabağın kuruma davranışının İncelenmesi", G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16(1), 159-169.
[10] Hanif, S., Sultan, M., (2019). "Investigation of energy-efficient solid desiccant system for the drying of wheat grains", Int J Agric & Biol Eng, 12(1), 221–228.

ESTIMATION OF PERFORMANCE OF AIR SOLAR COLLECTOR BY MULTI-LINEAR REGRESSION AND DECISION TREE METHODS

Arş. Gör. Kamil Neyfel ÇERÇİ*

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

YL. Öğr. Doğan Burak Saydam

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

ABSTRACT

Systems that can obtain different types of heat and power from alternative energy sources have been developed with the increasing tendency towards alternative energy sources. One of these systems is the air solar collectors that take their energy from the sun. Air solar collectors are used to meet the heat requirement in different systems due to their easy installation, low cost and low operating costs. In this study, air collector with fins is investigated experimentally in climatic conditions of Osmaniye province. Thermal efficiency of the collector was calculated by using temperature, humidity and radiation data measured during the experiment. In the study, the average collector efficiency was found to be about 45%. In addition, temperature, relative humidity, radiation and time parameters were used to determine efficiency parameters by using decision tree and multiple linear regression methods and the predictive results were compared.

Key words: Solar Air Collector, Solar Energy, Osmaniye, Thermal Efficiency

HAVALI GÜNEŞ KOLEKTÖRÜNÜN PERFORMANSININ ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON VE KARAR AĞACI YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

ÖZET

Alternatif enerji kaynaklarına yönelimin artması ile birlikte alternatif enerji kaynaklarından farklı tiplerde ısı ve güç elde edilebilen sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerden bir tanesinde enerjisini güneşten alan havalı güneş kolektörleridir. Havalı güneş kolektörleri kolay kuruluma, düşük maliyete ve düşük işletme masraflarına sahip olmasından dolayı farklı sistemlerde ısı ihtiyacını karşılamak için kullanılırlar. Bu çalışmada kanatçıklı havalı güneş kolektörü Osmaniye ili iklim koşullarında deneysel olarak incelenmiştir. Deney boyunca ölçülen sıcaklık, nem ve ışınım verileri kullanılarak kolektörün ısıl verimi hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada ortalama kolektör veriminin yaklaşık %45 olduğu görülmüştür. Ayrıca verimi etkileyen sıcaklık, rölatif nem, ışınım ve zaman gibi parametreler kullanılarak verim parametresi karar ağacı ve çoklu doğrusal regresyon yöntemleri ile tahmin edilmiş ve elde edilen tahminsel sonuçlar kıyaslanmıştır.

Anahtar sözcükler: Havalı Güneş Kolektörü, Karar Ağacı, Çoklu Doğrusal Regresyon

GİRİŞ

Dünya genelindeki yüksek enerji talebi ve bununla birlikte gelişen çevre sorunları ciddi problemler oluşturmaktadır. Alternatif enerji kaynakları bu noktada enerji ihtiyacının sağlanması yada en azından belli bir miktarının karşılanması için bir çözüm olabilmektedir. Alternatif enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi yoğun olarak kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden temiz yollarla ısı ve güç elde etmek mümkündür. Güneş enerjisinin termal kullanımları arasında, havalı güneş kolektörleri dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır ve çoğunlukla tarımsal gıdaların kurutulmasında ve alan ısıtmasında kullanılmaktadır. Fakat havalı güneş kolektörlerinin ısıl verimi düşüktür. Bu eksiklik, kolektör havası ve emici plaka arasındaki düşük ısı iletiminden kaynaklanmaktadır. Yüksek ısıl verim elde etmek için emici plaka üzerinde farklı işlemler uygulanarak kolektörün performansı attırılabilmektedir [1,2]. Mühendislik uygulamalarında, havalı güneş kolektörlerine emici plakaya farklı geometriler ve kolektör içerisine farklı engeller yerleştirilerek veya farklı geçirgenlikte camlar kullanılarak ısı transferini artırabilmek mümkündür [3].

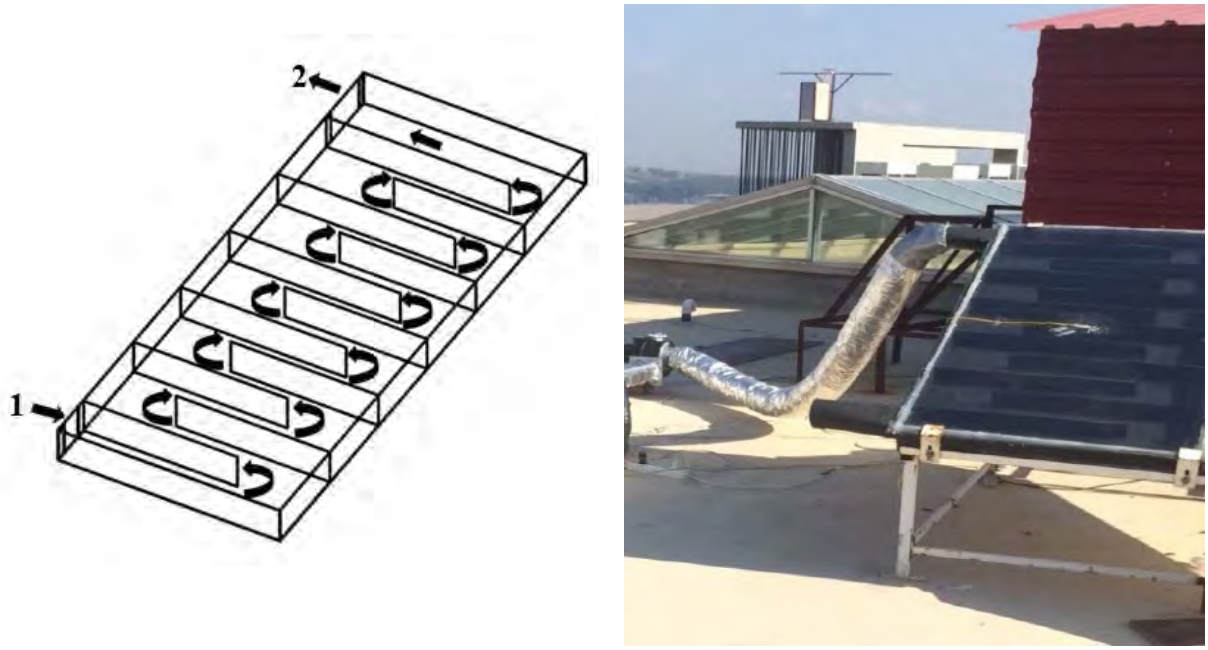
Havalı güneş kolektörlerinde farklı yutucu plakalar ile ısıl verim analizi, enerji analizi, ile ilgili literatürde birçok çalışma görmek mümkündür [4-9]. Diez vd. [4], düz plakalı kolektörde üç farklı hızda deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar elde ettikleri sonuçları, yapay sinir ağları (YSA) tekniğini kullanarak modellemişlerdir. YSA modelinde, ışınımı, ortam sıcaklığını, giriş sıcaklığını ve akışkan özelliklerini göz önünde bulundurarak düz plakalı güneş kolektöründeki çıkış sıcaklığını tahmin etmeye çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçları da literatürde yapılan çalışmalar ile kıyaslamışlar ve çalışmanın geçerliliğini göstermişlerdir. Karsli [5], kolektör içerisinde bulunan emici plaka üzerine farklı açılarda kanatlar uygulayarak kolektörün verimliliğini birinci ve ikinci yasa verimliliğine göre incelemiştir. Verimler %20-80 arasında değişmiş ve en yüksek kolektör verimliliği 75° kanat açısına sahip kolektörde çıkmıştır. Fiuk and Dutkowski, [6] farklı yüzey geometrilerine sahip üç adet kolektörü gün içerisinde değişim gösteren ışınımın etkisi altında incelemişlerdir. Isıl verim açısından en iyi performansa sahip kolektörün, ters çevrilmemiş dalga biçiminde saç yapısına sahip olan kolektör olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda, ters çevrilmiş dalga biçiminde saç yapılı kolektör ve düz plakaya sahip kolektörlerin verimleri sırasıyla %58 ve %46 olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, engelli tip kanatçık modeline sahip bir havalı güneş kolektörünün performansı Osmaniye iklim şartlarına göre deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar farklı yöntemler ile tahmin edilmiş ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Deneysel sonuçların tahmin edilmesi için sırasıyla M5P-M4.0 karar ağacı ve çoklu doğrusal regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Analizler için WEKA ve EES yazılımından faydalanılmıştır.

YÖNTEM

Tasarımı yapılan kanatçıklı havalı güneş kolektörünün teknik çizimi Şekil 1'de yer almaktadır. Havalı güneş kolektörü Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi'nin Makine Metal Bölümü atölyelerinde imal edilmiştir. Kolektör içerisine engeller yerleştirilerek akışkanın kolektör içerisinde daha fazla dolaşmasını sağlamak ve bu sayede ısı transferini artırmak hedeflenmiştir. Güneş kolektörüne giren taze hava (1), kolektör içinde ısınarak bir fan yardımıyla sistemden (2) çekilmektedir (Şekil 2). Sistemin performansını belirleyebilmek amacıyla sistem üzerinde farklı notlarda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Deney düzeneğinde farklı parametrelerin (sıcaklık, nem, hava hızı) ölçülmesi ve anlık olarak belirli aralıklarla kaydedilebilmesi için bilgisayar destekli bir veri toplama ünitesi kullanılmıştır. Tablo 1'de

sistem üzerinde farklı bölgelerde yapılan ölçümlerde ve analizlerde kullanılan cihazlar yer almaktadır.



(a) (b)

Şekil 1. Havalı güneş kolektörünün a) teknik, b) gerçek görünüşü

Tablo 1. Ölçümlerde ve Analizlerde Kullanılan Cihazlar

Cihaz	**Ölçüm Parametreleri**	**Hassasiyet**
TESTO 435	Hava Hızı	0.1 m/s
COLE PARMER Isıl Eleman Çifti	Sıcaklık	0.1 °C
EPLUSE Nem Ölçer	Rölatif nem	2-3 %
IOTECH PD3001Veri Kaydedici	Veri kayıt	16 bit
FRONIUS Işınım Ölçer	Işınım	±%5

İmalatı yapılan kanatçıklı güneş kolektöründe havaya aktarılan enerji miktarını hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\dot{Q} = \dot{m}.C_p.(T_g - T_ç) \quad (1)$$

Burada, ṁ, kolektörden geçen havanın kütlesel debisi (kg/s), C_p havanın özgül ısısı (J/kgK), T_g ve $T_ç$ sırasıyla kolektör hava giriş ve çıkış sıcaklıklarıdır (°C). Kolektörden geçen havanın kütlesel debisi ise Eşitlik 2 kullanılarak belirlenmiştir.

$$\dot{m} = \rho.VA_ç \quad (2)$$

Eşitlikte ρ havanın yoğunluğu (kg/m^3), V hava akış hızı (m/s), $A_ç$ ise kolektörün çıkış kesit alanıdır (m^2).

Havalı güneş kolektörün ısıl verimi (η_c) Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır.

$$\eta_c = \frac{\dot{m}.C_p.(T_g - T_ç)}{I.A_k} \tag{3}$$

Burada, I kolektör yüzeyine gelen güneş ışınımı (W/m^2), A_k ise güneş ışınımının direkt olarak vurduğu yutucu plaka yüzey alanıdır (m^2) [10,11].
Ayrıca bu çalışmada oluşturulan karar ağacı ve çoklu doğrusal regresyon modellerin deneysel verilere yakınsama performanslarını belirleyebilmek için kök ortalama kare hatası (RMSE) ve korelasyon katsayısı (R^2) parametrelerine bakılmıştır. Bu iki parametrenin eşitlikleri aşağıda verilmiştir [12,13].

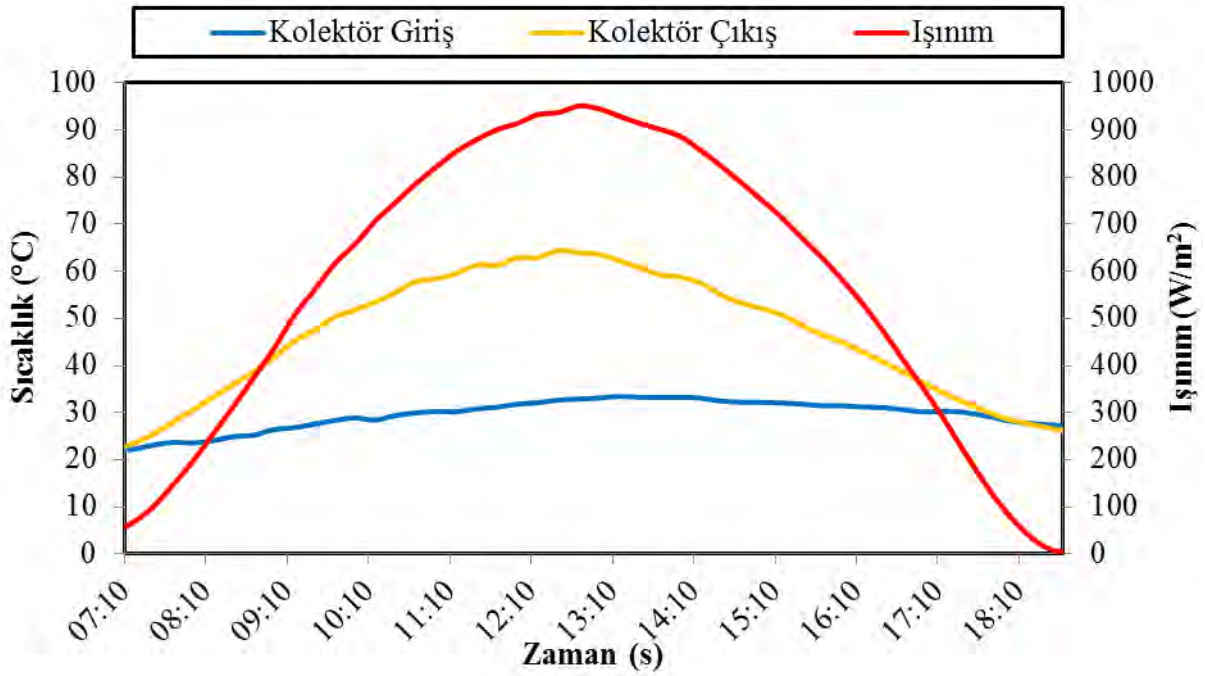
$$RMSE = [\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\eta_{tahminsel,i} - \eta_{deneysel,i})^2]^{\frac{1}{2}} \tag{4}$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\eta_i - \eta_{tahminsel,i}) \cdot \sum_{i=1}^{n}(\eta_i - \eta_{deneysel,i})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(\eta_i - \eta_{tahminsel,i})^2] \cdot [\sum_{i=1}^{n}(\eta_i - \eta_{deneysel,i})^2]}} \tag{5}$$

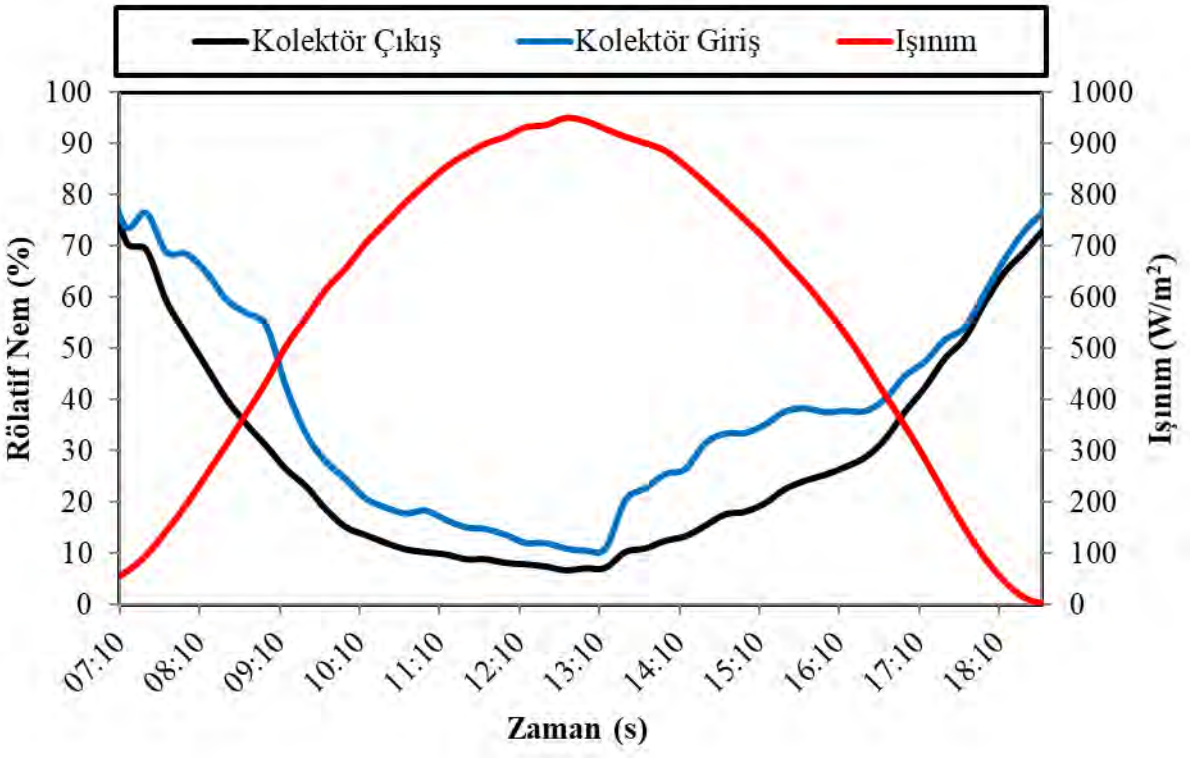
Burada, $\eta_{deneysel,i}$ deneysel gözlemlerden elde edilen η, $\eta_{tahminsel,i}$ tahmin edilen η değerleri, N deneysel gözlemlerden elde edilen veri sayısı ve n de modeldeki sabitlerin sayısıdır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

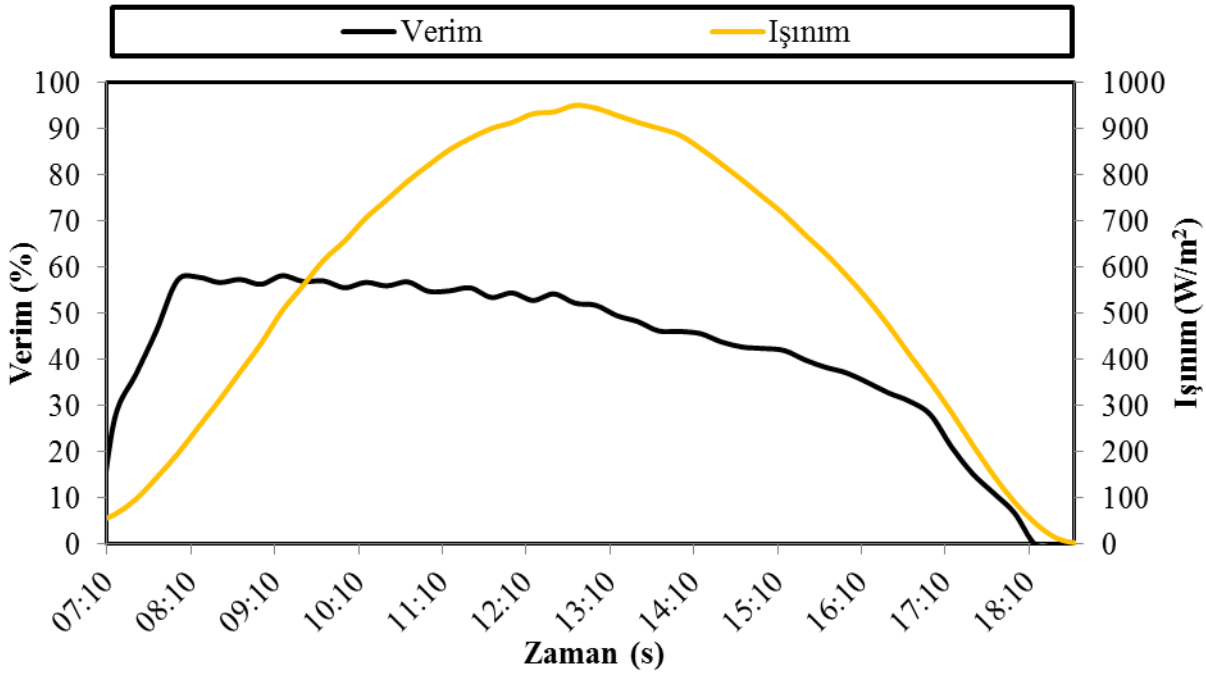
Bu çalışmada, içerisinde engeller bulunan havalı güneş kolektörü deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerde, farklı noktalarda ölçülen sıcaklık, ışınım ve nem değerlerinin zamana göre değişimi gözlemlenmiştir. Deneyler sabah 07:00'da başlanmış ve kesintisiz bir şekilde devam ettirilmiştir. Sistem debisi deney süresince sabit tutulmuş ve kütlesel debi 0,02726 kg/s olarak hesaplanmıştır. Şekil 2'de kolektörün farklı noktalarından ölçülen sıcaklıkların ve ışınımın zamana göre değişimleri verilmiştir. Düşük sıcaklıkta kolektöre giren ortam havası kolektörden ısınarak çıkmaktadır. Sıcaklıkların gün içerisinde ışınımın etkisi ile değiştiği de açık bir şekilde görülmektedir. Kolektör giriş ve çıkış sıcaklığının deneyler boyunca sırasıyla 23°C ile 63 °C arasında değiştiği ve kolektörün giriş ve çıkış noktaları arasında en fazla 40 °C'lık bir sıcaklık artışı yapılabildiği yine Şekil 2 incelendiğinde görülmektedir. Işınım öğle saatlerinde ise 951 W/m^2 ile en yüksek değerlere ulaşmıştır. Şekil 3'de, deneyler boyunca kolektör giriş (dış hava) ve çıkışındaki havanın rölatif nem değerinin, dış hava sıcaklığı ve ışınıma bağlı olarak değişim gösterdiği ve kolektörde ısınan havanın rölatif neminin düştüğü görülmektedir. Rölatif nem özellikle sabah ve akşam saatlerinde en yüksek (%75), gün içerisinde ise özellikle öğlen saatlerinde ise en düşük (%10) değerindedir. Şekil 4'de kolektör veriminin, zamana göre değişimi yer almaktadır. Deneyler süresince kolektör verimi en yüksek %58 değerine ulaşmış ve deney sonucunda ortalama verim ise yaklaşık %45 olarak hesaplanmıştır. Burada kolektör verimini; ışınım, kolektör giriş/çıkış sıcaklığı, kolektör yüzey alanı ve kütlesel debi gibi parametreler etkilemektedir.



Şekil 2. Sıcaklık ve Işınımın Zaman Göre Değişimi

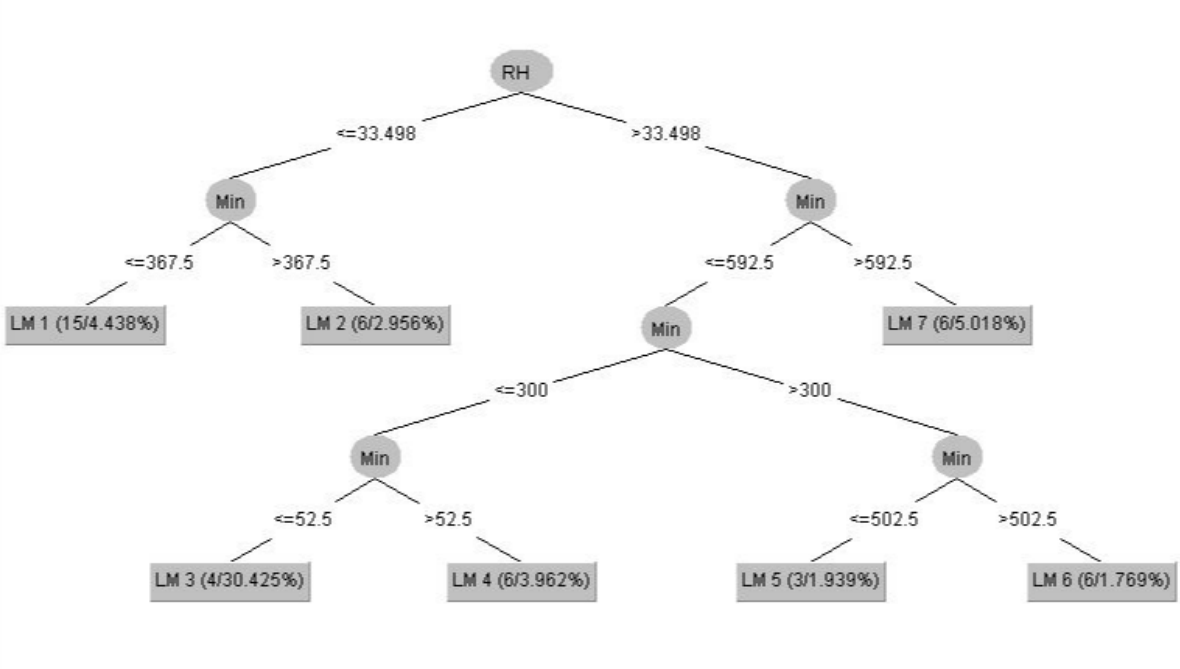


Şekil 3. Rölatif Nemin ve Işınımın Zamana Göre Değişimi



Şekil 4. Kolektör Veriminin ve Işınımın Zamana Göre Değişimi

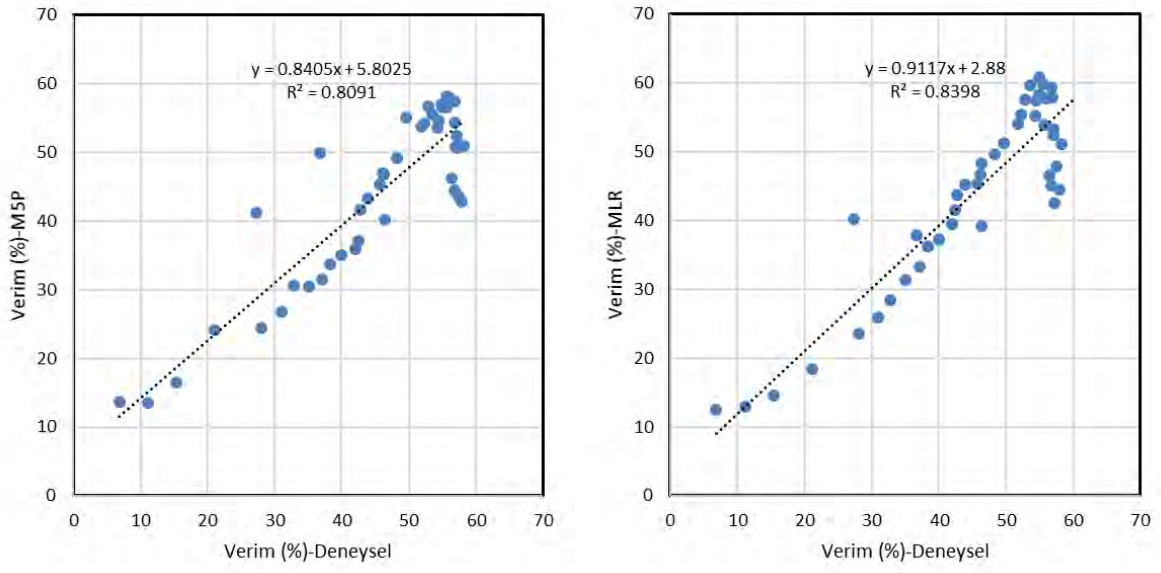
Ayrıca bu çalışmada kolektörün ısıl performansını gösteren kolektör verim parametresi farklı yöntemler (M5P-M4.0 ve ÇDR) kullanılarak modellenmiştir. Şekil 5'de karar ağacı yöntemlerinden birisi olan M5P-M4.0 metodu ile oluşturulan karar ağacı yapısı verilmiştir. M5P-M4.0 karar ağacı ile oluşturulan ağaç yapısında 7 farklı duruma göre tahminleme yapılmıştır. Şekilden de görüldüğü üzere M5P-M4.0 karar ağacı sadece rölatif nem ve zaman parametrelerine göre sınıflandırma yapmış ve bu sınıflandırma üzerinden tahminleme yapmıştır. Tablo 2'de oluşturulan ÇDR modelin eşitliği ve her iki modelin RMSE ve R^2 değerleri verilmiştir. Şekil 6'da ise deneysel veriler ile oluşturulan ÇDR ve M5P karar ağacı modellerinin kıyaslaması gösterilmiştir. Modellerin hata değerleri ve trendleri göz önüne alındığında her iki modelinde iyi yakınsadığı ve kullanılabilir olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca modellerin birbirleri ile kıyasları dikkate alındığında, ÇDR modelin M5P modeline kıyasla daha iyi yakınsadığı belirlenmiştir.



Şekil 5. M5P-M4.0 karar ağacı yöntemi ile oluşturulan ağacı yapısı

Tablo 2. Oluşturulan ÇDR modelin eşitliği ve her iki model için RMSE ve R^2 değerleri

Model	Eşitlik	
ÇDR	$\eta_{M5P} = 1.453\text{E}+02 - 7.316\text{E}-03 \cdot \text{t} - 4.323\text{E}+00 \cdot \text{T} - 1.756\text{E}-01 \cdot \text{RH} + 5.952\text{E}-02 \cdot \text{I}$	
Model	RMSE	R^2
M5P Karar Ağacı	5.9937	0.8091
ÇDR	5.4421	0.8398



(a) (b)

Şekil 6. Sırasıyla M5P karar ağacı (a) ve ÇDR (b) modelleri ile elde edilen sonuçların deneysel veriler ile kıyaslanması

SONUÇ

Bu çalışmada, kanatçıklı bit yüzey geometrisine sahip havalı güneş kolektörünün Osmaniye iklim şartlarına göre farklı noktalarda alınan sıcaklık, nem ve ışınım ölçümleriyle deneysel olarak incelenmiştir. Deney sonucunda kolektör çıkış sıcaklığının 23°C ile 63 °C arasında değiştiği ve kolektörün giriş ve çıkış noktaları arasında hava sıcaklığında 40 °C' lik artış gerçekleşebileceği görülmüştür. Elde edilen sonuçlardan ayrıca kolektör veriminin dış ortam şartlarına bağlı olarak değişim gösterdiği, en yüksek %58 değerine ulaştığı ve deney süresince ortalama verimin yaklaşık %45 olduğu görülmüştür. Ek olarak bu çalışmada, deneysel olarak elde edilen ısıl verim ifadesi son dönemlerde birçok araştırmacının ilgi odağı olan karar ağacı ve çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Karar ağacı olarak M5P karar ağacı yöntemi kullanılmıştır. Hata oranlarına bakıldığında her iki modelin de iyi yakınsadığı gözlemlenmiştir. ÇDR modelin M5P karar ağacı yöntemine kıyasla daha iyi yakınsadığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışma süresince bize her zaman destek olan danışmanımız Sayın Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Ural, T. (2019). Experimental performance assessment of a new flat-plate solar air collector having textile fabric as absorber using energy and exergy analyses. Energy, 188, https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.

[2] Zhanga, H., Ma, X., You, S., Wang, Y., Zheng, X., Ye, T., Zheng, W., Wei, S.(2018). Mathematical modeling and performance analysis of a solar air collector with slit-perforated corrugated plate. Solar Energy 167, 147–157. https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.04.003

[3] Kumar, R., Chand, P. (2018). Performance prediction of extended surface absorber solar air collector with twisted tape inserts. Solar Energy 169, 40–48. https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.04.021

[4] Diez, F.J., Navas-Gracia, L.M.,Martínez-Rodríguez, A., Correa-Guimaraes, A., Chico-Santamarta, L. (2019). Modelling of a flat-plate solar collector using artificial neural networks for different working fluid (water) flow rates. Solar Energy, 188, 1320–1331. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.07.022.

[5] Karsli, S. (2007). Performance analysis of new-design solar air collectors for drying applications. Renewable Energy, 32,1645–1660. doi:10.1016/j.renene.2006.08.005..

[6] Fiuk, J.J., Dutkowski, K. (2019). Experimental investigations on thermal efficiency of a prototype passive solar air collector with wavelike baffles, Solar Energy, 188, 495–506. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.06.030

[7] Chauhan. R., Kim, S.C. (2019). Effective efficiency distribution characteristics in protruded/dimpled-arc plate solar thermal collector. Renewable Energy 138, 955-963.

[8] Debnath. S., Das, B., Randive, P.R., Pandey, K.M. (2018). Performance analysis of solar air collector in the climatic condition of North Eastern India. Renewable Energy 138, 955-963.

[9] Razak, A.A., Majid, Z.A.A., Azmi, W.H., Ruslan, M.H.,. Choobchian, Sh. Najafi, G. (2016). Review on matrix thermal absorber designs for solar air collector. Renewable and Sustainable Energy Reviews 64, 682–693.

[10] Çerçi, K.N., Süfer, Ö., Söyler , M., Hürdoğan , E., & Özalp , C. (2018). Thın Layer Dryıng Of Zucchını In Solar Dryer Located İn Osmanıye Regıon. Tehnıčkı Glasnık, 79-85. [17] Nimrotham , C., Songrakorp ,.

[11] Oztop. H.F., Bayrak. F., Hepbaslı. A. (2013). Energetic and exergetic aspects of solar air heating (solar collector) systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 21, 59–83,. http://dx.doi.org/ 10.1016/j.rser.2012.12.019.

[12] Çerçi, K.N., Daş, M. (2019). Modeling of Heat Transfer Coefficient in Solar Greenhouse Type Drying Systems. Sustainability, 11(18), 5127. http://dx.doi.org/ 10.3390/su11185127

[13] Saydam, D.B., Çerçi, K.N., Hürdoğan, E., Özalp, C., "Elmanın (Malus Communis) İnce Tabaka Kuruma Karakteristiğinin Matematiksel Modellenmesi", 4th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2019) April 25-27, 2019, Antalya/TURKEY.

A view a family of symmetric numerical semigroups

Sedat İLHAN

Dicle University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Diyarbakır, TURKEY

1. Introduction

Let $\mathbb{N} = \{0,1,2,...,n,...\}$ and $\mathbb{Z}$ be integer set. $S \subseteq \mathbb{N}$, S is called a numerical semigroup if

(i) $s_1 + s_2 \in S$, for $s_1, s_2 \in S$

(ii) $\gcd(S) = 1$

(iii) $0 \in S$

(Here, $\gcd(S) =$ greatest common divisor the elements of S).

A numerical semigroup S can be written that

$$S = < a_1, a_2, ..., a_n > = \left\{ \sum_{i=1}^{n} c_i a_i : c_i \in \mathbb{N} \right\}$$ (for detail see [4]). .

$T \subseteq \mathbb{N}$ is minimal system of generators of S if $< T > = S$ and there isn't any subset $M \subseteq T$ such that $< M > = S$. Also, $m(S) = \min\{x \in S : x > 0\}$ is called as multiplicity of S (See [3]). Let S be a numerical semigroup, then $F(S) = \max(\mathbb{Z} \setminus S)$ is called as Frobenius number of S. $n(S) = Card(\{0,1,2,...,F(S)\} \cap S)$ is called as the determine number of S. (see [5]).

If S is a numerical semigroup such that $S = < a_1, a_2, ..., a_n >$, then we observe that

$$S = < a_1, a_2, ..., a_n > = \{s_0 = 0, s_1, s_2, ..., s_{n-1}, s_n = F(S) + 1, \rightarrow ...\},$$

where $s_i < s_{i+1}$, $n = n(S)$ and the arrow means that every integer greater than $F(S) + 1$ belongs to S for $i = 1,2,...,n = n(S)$. (see [6]).

If $t \in \mathbb{N}$ and $t \notin S$, then t is called gap of S. We denote the set of gaps of S, by $H(S)$, i.e, $H(S) = \mathbb{N} \setminus S$. The $G(S) = \#(H(S))$ is called the genus of S. It known that $G(S) = F(S) + 1 - n(S)$. (see [4]) .

S is called symmetric numerical semigroup if $F(S)-u$ belongs to S, for $u \in \mathbb{Z}\setminus S$. It is know the numerical semigroup $S=<a_1,a_2>$ is symmetric and $F(S)=a_1a_2-a_1-a_2$. In this case, we write $n(S)=\dfrac{F(S)+1}{2}$ (see [1]).

A numerical semigroup S is called Arf if $s_1+s_2-s_3 \in S$, for all $s_1,s_2,s_3 \in S$ such that $s_1 \geq s_2 \geq s_3$. The smallest Arf numerical semigroup containing a numerical semigroup S is called the Arf closure of S, and it is denoted by $Arf(S)$. (for detail see [2, 3]).

If S is a numerical semigroup such that $S=<a_1,a_2,...,a_n>$, then $L(S)=\langle a_1, a_2-a_1, a_3-v_1,...,a_n-v_1\rangle$ is called Lipman numerical semigroup of S, and it is known that

$$L_0(S)=S\subseteq L_1(S)=L(L_0(S))\subseteq L_2=L(L_1(S))\subseteq ...\subseteq L_m=L(L_{m-1}(S))\subseteq ...\subseteq \mathbb{Z}.$$ (see [7]).

In this paper, we will give some results about the numerical semigroups such that $S_k=<5,5k+2>$ where $k\geq 1$, $k\in\mathbb{Z}$. Also, we will obtain Arf closure of these symmetric numerical semigroups.

RESULTS

Theorem 1. Let $S_k=<5,5k+2>$ be numerical semigroups , where $k\geq 1$, $k\in\mathbb{Z}$. Then, we have

(a) $F(S_k)=20k+3$

(b) $n(S_k)=10k+2$

(c) $G(S_k)=10k+2$

Proof. Let $S_k=<5,5k+2>$ be numerical semigroups , where $k\geq 1$, $k\in\mathbb{Z}$. Then, S_k is symmetric and we find that (a) $F(S_k)=5(5k+2)-5-5k-2=20k+3$.
(b) $n(S_k)=\dfrac{F(S_k)+1}{2}=\dfrac{20k+3+1}{2}=10k+2$. (c) $G(S_k)=20k+3+1-10k-2=10k+2$
from $G(S_k)=F(S_k)+1-n(S_k)$.

Theorem 2. Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. Then, $Arf(S_k) = \{0, 5, 10, 15, ..., 5k, 5k + 2, 5k + 4, \rightarrow ...\}$

Proof. Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. Then, we $L_i(S_k) = < 5, 5k + (2 - 5i) >$ for $i = 0, 1, 2, ..., k - 2$. In this case,
If $5 < 5k + (2 - 5i)$ then $m_i = 5$.
If $5 > 5k + (2 - 5i)$ then $m_i = 3$. So, we write $L_{k-1}(S_k) = < 5, 6 >$, $m_{k-1} = 5$ and
$L_k(S_k) = < 5, 1 > = < 1 > = \mathbb{N}$, $m_k = 1$.
Thus, we obtain $Arf(S_k) = \{0, 5, 10, 15, ..., 5k, 5k + 2, 5k + 4, \rightarrow ...\}$.

Corollary 3 . Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. Then, we have

(a) $F(Arf(S_k)) = 5k + 3$

(b) $n(Arf(S_k)) = k + 2$

(c) $G(Arf(S_k)) = 4k + 2$

Proof. Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. We write that $F(Arf(S_k)) = 5k + 3$ from Theorem 2.
$n(Arf(S_k)) = \#(\{0, 1, 2, ..., 5k + 3\} \cap Arf(S)) = \#(\{0, 5, 10, ..., 5k, 5k + 2\}) = k + 2$.
Thus, we obtain $G(Arf(S_k)) = 5k + 3 + 1 - k - 2 = 4k + 2$ since
$G(Arf(S_k)) = F(Arf(S_k)) + 1 - n(Arf(S_k))$.

Corollary 4 . Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. Then, we have

(a) $F(S_k) = 4F(Arf(S_k)) - 9$

(b) $n(S_k) = 10n(Arf(S_k)) - 18$

(c) $G(S_k) = 2G(Arf(S_k)) + 2(k - 1)$

Proof. Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. We write that $4F(Arf(S_k)) - 9 = 4(5k + 3) - 9 = 20k + 3 = F(S_k)$. We find that
$10n(Arf(S_k)) - 18 = 10(k + 2) - 18 = 10k + 2 = n(S_k)$ and
$2G(Arf(S_k)) + 2(k - 1) = 2(4k + 2) + 2k - 2 = 10k + 2 = G(S_k)$.

Corollary 5. Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. Then, it satisfies following conditions:

(a) $F(S_{k+1}) = F(S_k) + 20$

(b) $n(S_{k+1}) = n(S_k) + 10$

(c) $G(S_{k+1}) = G(S_k) + 10$.

Corollary 6. Let $S_k = < 5, 5k + 2 >$ be numerical semigroups , where $k \geq 1$, $k \in \mathbb{N}$. Then, it satisfies following conditions:

(a) $F(Arf(S_{k+1})) = F(Arf(S_k)) + 5$

(b) $n(Arf(S_{k+1})) = n(Arf(S_k)) + 1$

(c) $G(Arf(S_{k+1})) = G(Arf(S_k)) + 4$.

Example 7. We put $k = 1$ in $S_k = < 5, 5k + 2 >$ symmetric numerical semigroups. Then we have $S_1 = < 5, 7 > = \{0, 5, 7, 10, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, \ldots\}$. In this case, we obtain $F(S_1) = 23$, $n(S_1) = 12$, $H(S_1) = \{1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 16, 18, 23\}$, $G(S_1) = 12$, $Arf(S_1) = \{0, 5, 7, 9, \ldots\}$, $F(Arf(S_1)) = 8$, $n(Arf(S_1)) = 3$, $H(Arf(S_1)) = \{1, 2, 3, 4, 6, 8\}$ and $G(Arf(S_1)) = 6$. Thus, we find that $4F(Arf(S_1)) - 9 = 4.8 - 9 = 23 = F(S_1)$, $10n(Arf(S_1)) - 18 = 10.3 - 18 = 12 = n(S_1)$ and $2G(Arf(S_1)) + 2(1 - 1) = 2G(Arf(S_1)) = 2.6 = 12 = G(S_1)$.

If $k = 2$ then we write $S_2 = < 5, 12 > = \{0, 5, 10, 12, 15, 17, \ldots, 42, 44, \ldots\}$. Thus, we have $F(S_2) = 43$, $n(S_2) = 22$, $G(S_2) = 22$, $Arf(S_2) = \{0, 5, 10, 12, 14, \ldots\}$, $F(Arf(S_2)) = 13$, $n(Arf(S_2)) = 4$ and $G(Arf(S_2)) = 10$.

So, we write that $F(S_1) + 20 = 23 + 20 = 43 = F(S_2)$, $n(S_1) + 10 = 12 + 10 = 22 = n(S_2)$ and $G(S_1) + 10 = 12 + 10 = 22 = G(S_2)$. Also, we obtain that $F(Arf(S_1)) + 5 = 8 + 5 = 13 = F(Arf(S_2))$, $n(Arf(S_1)) + 1 = 3 + 1 = 4 = n(Arf(S_2))$ and $G(Arf(S_1)) + 4 = 6 + 4 = 10 = G(Arf(S_2))$.

REFERENCES

[1] J.C. Rosales, Fundamental gaps of numerical semigroups generated by two elements, Linear Algebra and its Applications, 405,(2005), 200-208.

[2] J.C. Rosales, P.A.Garcia-Sanchez, J.I.Garcia-Garcia and M.B.Branco, Arf numerical semigroups, J.Algebra, 276,(2004),3-12.

[3] S. İlhan and H.İ. Karakaş, Arf numerical semigroups, Turkish journal of Mathematics, 41, (2017),1448-1457.

[4] J.C. Rosales and P.A. Garcia-Sanchez, Numerical semigroups. New York: Springer 181, 2009.

[5] R. Froberg, C. Gotlieb, and R. Haggkvist, On numerical semigroups. *Semigroup Forum*, *35*, (1987), 63-68.

[6] M.D'anna,, Type Sequences of Numerical Semigroups, Semigroup Forum 56 (1998), 1-31 .

[7] J. Lipman, Stable ideals and Arf rings, Amer. J. Math.,93, (1971),649-685.

The results on Arf numerical semigroups with multiplicity 8

Sedat İLHAN[1], Halil İbrahim KARAKAŞ[2], Meral SÜER[3]

[1] Dicle University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Diyarbakır, Türkiye
[2] Başkent University, Faculty of Commercial Sciences, Department of Banking and Finance, Ankara, Türkiye
[3] Batman University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics, Batman, Türkiye

ABSTRACT

In this paper, we will give some results about Frobenius number, Apery set, type, genus and determine number of Arf numerical semigroup S such that $m(S)=8$ and $C(S)=C\equiv 0,2,3,4,5,6,7\,(\mathrm{mod}\,8)$.

Keywords: Frobenius number, Arf numerical semigroups, Genus.

Mathematics Subject Classification: 20M14

INTRODUCTION

In this study, we assume that $\mathbb{N}=\{0,1,2,...,n,...\}$, $S\subseteq\mathbb{N}$ and $\mathbb{Z}$ integer set. S is called a numerical semigroup if it holds following conditions:

1. $a+b\in S$, for $a,b\in S$
2. $0\in S$
3. $\gcd(S)=1$.

Let S be a numerical semigroup and $A\subseteq\mathbb{N}$. A is called minimal system of generators of S if $S=<A>$ and there is not any subset $B\subseteq A$ such that $S=<B>$.

A numerical semigroup S can be written that

$$S=<v_1,v_2,...,v_n>=\left\{\sum_{i=1}^{n}k_iv_i : k_i\in\mathbb{N}\right\}.$$

Also, we define following invariants is S Numerical semigroup:
$m(S)=\min\{x\in S: x>0\}$ is called as multiplicity of S

$F(S) = \max(\mathbb{N} \setminus S)$ is called as Frobenius number of S.

Also, $n(S) = Card(\{0,1,2,...,F(S)\} \cap S)$ is called as the determine number of S. (see [1]).

If S is a numerical semigroup such that $S = < v_1, v_2, ..., v_n >$, then we observe that

$$S = < v_1, v_2, ..., v_n > = \{s_0 = 0, s_1, s_2, ..., s_{n-1}, s_n = F(S)+1, \rightarrow ...\},$$

where $s_i < s_{i+1}$, $n = n(S)$ and the arrow means that every integer greater than $F(S)+1$ belongs to S for $i = 1,2,...,n = n(S)$ (see [4]).

If $y \in \mathbb{N}$ and $y \notin S$, then y is called gap of S. We denote the set of gaps of S, by $H(S)$, namely $H(S) = \mathbb{N} \setminus S$. The $G(S) = \#(H(S))$ is called the genus of S. It known that $G(S) = F(S) + 1 - n(S)$ (see [6]).

A numerical semigroup S is called Arf if $x + y - z \in S$ for all $x, y, z \in S$, where $x \geq y \geq z$ (see [2,5]).

Now, for $0 \leq i \leq n(S) = k$ we define the sets S_i and $S(i)$ such that $S_i = \{x \in S : x \geq s_i\}$ and $S(i) = \{x \in \mathbb{N} : x + S_i \subseteq S\}$. In thıs case, we write following chain :

$$S_k \subseteq S_{k-1} \subseteq ... \subseteq S_1 \subseteq S_0 = S = S(0) \subseteq S(1) \subseteq S(2) ... \subseteq S(k-1) \subseteq S(k) = \mathbb{N}.$$

Thus, $t = t(S) = \#(S(1) - S)$ is called typ of S. However, the set $\{t_1, t_2, ..., t_{n(S)}\}$ is called typ sequences of S, where $t_i = t_i(S) = \#(S(i) - S(i-1))$ and $t_1 \geq t_u \geq 1$ for $1 \leq i \leq n(S)$ and $2 \leq u \leq n(S)$ (see [4]).

MAIN RESULTS

The following theorems proved by M. Süer et all. in [3].

Theorem 1. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K > 8$ and $K \equiv 0 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S = \langle 8, K+1, K+2, K+3, K+4, K+5, K+6, K+7 \rangle$;

ii. $S = \langle 8, 8a+2, 8a+4, 8a+6, K+1, K+3, K+5, K+7 \rangle$ where $1 \leq a \leq \frac{K-8}{8}$;

iii. $S = \langle 8, 8a+4, 8b+2, 8b+6, K+1, K+3, K+5, K+7 \rangle$ where $1 \leq a < b \leq \frac{K}{8}$;

iv. $S = \langle 8, 8a+4, 8b-2, 8b+2, K+1, K+3, K+5, K+7 \rangle$ where $1 \leq a < b \leq \frac{K}{8}$;

v. $S=\langle 8, K-3, K+1, K+2, K+3, K+4, K+6, K+7\rangle$;

vi. $S=\langle 8, 8a+6, 8a+10, 8a+12, K+1, K+3, K+5, K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-8}{8}$;

vii. $S=\langle 8, K-5, K-2, K+1, K+2, K+4, K+5, K+7\rangle$.

Theorem 2. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>10$ and $K\equiv 2 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S=\langle 8, 8a+2, 8a+4, 8a+6, K+1, K+3, K+5, K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-2}{8}$;

ii. $S=\langle 8, 8a+4, 8b+2, 8b+6, K+1, K+3, K+5, K+7\rangle$ where $1\le a<b\le \frac{K-2}{8}$;

iii. $S=\langle 8, 8a+4, 8b-2, 8b+2, K+1, K+3, K+5, K+7\rangle$ where $1\le a<b\le \frac{K-2}{8}$;

iv. $S=\langle 8, K-5, K, K+1, K+2, K+4, K+5, K+7\rangle$;

v. $S=\langle 8, 8a+6, 8a+10, 8a+12, K+1, K+3, K+5, K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-10}{8}$.

Theorem 3. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>11$ and $K\equiv 3 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S=\langle 8, K, K+1, K+2, K+3, K+4, K+6, K+7\rangle$;

ii. $S=\langle 8, 8a+4, K, K+2, K+3, K+4, K+6, K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-11}{8}$.

Theorem 4. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>12$ and $K\equiv 4 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S=\langle 8, 8a+2, 8a+4, 8a+6, K+1, K+3, K+5, K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-4}{8}$;

ii. $S=\langle 8,8a+4,8b+2,8b+6,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a<b\le \frac{K-4}{8}$;

iii. $S=\langle 8,8a+4,8b-2,8b+2,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a<b\le \frac{K+4}{8}$;

vi. $S=\langle 8,8a+6,8a+10,8a+12,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-12}{8}$.

Theorem 5. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>13$ and $K\equiv 5 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S=\langle 8,K-2,K,K+1,K+2,K+4,K+5,K+7\rangle$,

ii. $S=\langle 8,K,K+1,K+2,K+4,K+5,K+6,K+7\rangle$.

Theorem 6. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>14$ and $K\equiv 6 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S=\langle 8,8a+2,8a+4,8a+6,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-6}{8}$.

ii. $S=\langle 8,K-3,K,K+1,K+3,K+4,K+6,K+7\rangle$;

iii. $S=\langle 8,8a+4,8b+2,8b+6,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a<b\le \frac{K-6}{8}$;

iv. $S=\langle 8,8a+4,8b-2,8b+2,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a<b\le \frac{K+2}{8}$;

v. $S=\langle 8,8a+6,8a+10,8a+12,K+1,K+3,K+5,K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-6}{8}$.

Theorem 7. Let S be a numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>15$ and $K\equiv 7 \pmod 8$. Then S is an Arf numerical semigroup if and only if S is one of the followings:

i. $S=\langle 8,8a+4,K,K+2,K+3,K+4,K+6,K+7\rangle$ where $1\le a\le \frac{K-7}{8}$;

ii. $S=\langle 8,K-2,K,K+2,K+3,K+4,K+5,K+7\rangle$;

iii. $S=\langle 8,K,K+2,K+3,K+4,K+5,K+6,K+7\rangle$.

Corollary 1. Let S be an Arf numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K where $K>8$ and $K=8q$ for $q\in$ □ such that

$S=\langle 8,K+1,K+2,K+3,K+4,K+5,K+6,K+7\rangle=\langle 8,8q+1,8q+2,8q+3,8q+4,8q+5,8q+6,8q+7\rangle$. Then, we have the following equalities:

1) (a) $F(S)=8q-1$ (b) $n(S)=q$ (c) $G(S)=7q$

2) $t_i=7$, for $1\leq i\leq n(S)$.

Corollary 2. Let S be an Arf numerical semigroup with multiplicity 8 and conductor K such that $S=\langle 8,K,K+1,K+2,K+3,K+4,K+5,K+6,K+7\rangle$ where $K+(8-r)\notin S$ and $K=8q+r$, for $q\in$ □ and $r\in\{2,3,4,5,6,7\}$. Then we have the following equalities:

1) (a) $F(S)=8q+r-1$ (b) $n(S)=q+1$ (c) $G(S)=7q+(r-1)$

2) $t_i=7$ for $1\leq i\leq n(S)-1$ and $t_{n(S)}=r-1$.

Example 1. We put $K=16$ for $q=2$ in the numerical semigroup $S=\langle 8,K+1,K+2,K+3,K+4,K+5,K+6,K+7\rangle$. Then, we write $S=\langle 8,17,18,19,20,21,22,23\rangle=\{0,8,16,\rightarrow ...\}$ and we have the following equalities:

1) (a) $F(S)=15$, (b) $n(S)=2$, (c) $G(S)=14$

2) We obtain $t_1=t_1(S)=\#(S(1)-S(0))=\#(\{9,10,11,12,13,14,15\})=7$

since $S_1=\{x\in S:x<s_1=8\}=\{8,16,17,\circledR\}$ and

$S(1)=\{x\in\mathbb{N}:x+S_1\in S\}=\{0,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,\circledR\ ...\}$. On the other hand, we write $S_2=\{x\in S:x<s_2=16\}=\{16,17,\circledR\}$ and

$S(2)=\{x\in\mathbb{N}:x+S_2\in S\}=\{0,1,2,...,14,15,\circledR\ ...\}$. Thus, we find that

$t_2=t_2(S)=\#(S(2)-S(1))=\#(\{1,2,3,4,5,6,7\})=7$.

Example 2. We put $K = 19$ for $q = 2$ and $r = 3$ in the numerical semigroup $S = \langle 8, K, K+1, K+2, K+3, K+4, K+5, K+6, K+7 \rangle$ where $K = 8q + r$ and $K + (8 - r) = 24 \notin S$. Then, we write $S = \langle 8,19,20,21,22,23,25,26 \rangle = \{0,8,16,19, \rightarrow ... \}$ and we have the following equalities:

1) (a) $F(S) = 18$, (b) $n(S) = 3$, (c) $G(S) = 16$

2) We obtain $t_1 = t_2 = 7$ and $t_3 = 2$.

Acknowledgment: This study was supported by the project TUBİTAK – 3001- 118F175.

REFERENCES

[1] R. Fröberg, C. Gotlieb, R. Haggkvist, On Numerical Semigroups, Semigroup Forum, *35*, (1987), 63-68.

[2] S.İlhan, H.İ.Karakaş, Arf Numerical Semigroups, Turkish Journal of Mathematics, 41, (2017),1448-1457.

[3] M. Süer, S. İlhan, H.İ. Karakaş, Arf Numerical Semigroups With Multiplicity 8, Hacettepe Journal of Mathematics and Statistic, 2019. (in Review).

[4] M. D'anna, Type Sequences of Numerical Semigroups, Semigroup Forum, 56, (1998),1-31.

[5] J.C. Rosales, P.A. Garcia-Sanchez, J.I. Garcia-Garcia, M. Brancoanco, Arf Numerical Semigroups, Journal of Algebra,276, (2014),3-12.

[6] J.C. Rosales, P.A. Garcia-Sanchez, Numerical semigroups. New York: Springer 181, 2019.

3 BOYUTLU YAZICI İLE PLA FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI TABLA VE NOZUL SICAKLIKLARINDA ÜRETİLEN ÇEKME NUMUNELERİNİN İNCELENMESİ

[*1]Muhammed Safa KAMER, [2]Hakan YAYKAŞLI, [3]Şemsettin TEMİZ, [4]Ahmet KAYA

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye
[4]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile PLA malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine tabla ve nozul sıcaklıklarının etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. 4 farklı tabla sıcaklığı (60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 6 farklı nozul sıcaklığı (240°C, 230°C, 220°C, 210°C, 200°C, 190°C) kullanılarak her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam 27 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcı, PLA Filament, Mekanik Özellikler, Çekme Testi.

INVESTIGATION OF TENSILE SPECIMENS PRODUCED AT DIFFERENT TABLE AND NOZZLE TEMPERATURES BY USING PLA FILAMENT WITH 3D PRINTER

ABSTRACT

In this study; tensile samples were produced using 3D printer having heating bed (Ultimaker 2 Extended) and PLA material. To samples produced have been investigated the effect the table and nozzle of temperature on the mechanical properties. For dimensioning of tensile samples was used ASTM D638-14 standard. A total of 27 test samples were produced using 4 different table temperatures (60°C, 50°C, 40°C, 30°C) and 6 different nozzle temperatures (240°C, 230°C, 220°C, 210°C, 200°C, 190°C), three each for each parameter. Weights of the produced samples were measured also the tensile for produced samples test was performed. Mechanical properties of samples produced using PLA material at different table and nozzle temperatures in 3-D printer were compared.

Keywords: 3D Printer, PLA Filament, Mechanical Properties, Tensile Test.

1. GİRİŞ

Eriyik yığma modelleme(FDM) teknolojisi olarak geliştirilen 3 boyutlu yazıcılar günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. 3 boyutlu yazıları geliştirme çalışılmaları, 1980'lerden bu yana tüm dünyada hızla devam etmektedir. FDM tekniğinde eritilen malzeme bir parça bitene kadar tabaka tabaka üst üste biriktirme ile çalışmaktadır. Bu teknolojinin tercih edilme nedenleri arasında sistemin basit ve esnek çalışma avantajları bulunmaktadır [1]. Baskı

işlemlerinde, katman kalınlığı, tabla ve nozul sıcaklıklarının her biri, bu makineler için kullanılabilen işlem parametrelerini temsil etmektedir. Ayrıca, FDM sistemlerinin iyileştirmesinde ana faktör mekanik özelliklere odaklanan işlem parametreleridir. FDM sistemlerinde uygun proses parametrelerini kullanarak, mekanik özellikler iyileştirilebilmektedir [2].

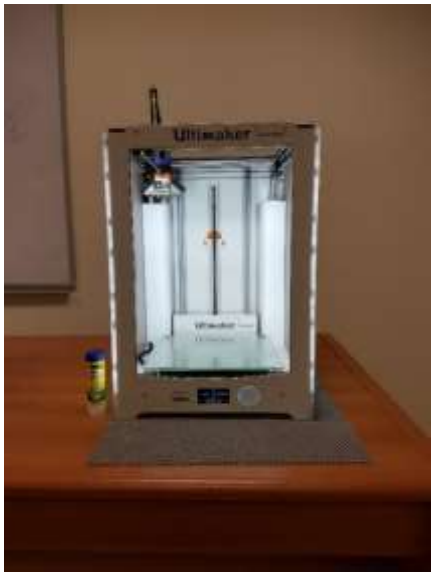
FDM yazıcılarda genel olarak polilaktik asit (PLA) termoplastik polimerler kullanılır. Ancak bu filament ile üretilen parçların mekanik özelliklerinin geliştirilmesi için bilimsel çalışmalar devam etmektedir. Üretimde parametreler değiştirilerek yapılan birçok çalışma mevcuttur [3].

Ayrıca, üç boyutlu parçaların mekanik özellikleri üzerine, üretim parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi ile ilgili bazı çalışmalar tamamlanmıştır. Yang ve ark. nozul sıcaklık kontrollü 3D yazıcı sistemi ile nozul sıcaklığının ve saf PEEK malzemesinin kristallenme özelliği arasındaki ilişkiyi incelenmişlerdir [4]. Aynı şekilde Xiaoyong ve ark. PEEK'in baskı hassasiyetinin, baskı sıcaklığının ve doldurma oranı gibi parametrelerin optimizasyonu yapılarak mekanik özelliklerin iyileştirilebileceğini bildirmiştir [5].

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Ultimaker 2 Extended) ile PLA malzeme kullanılarak çekme numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine tabla ve nozul sıcaklıklarının etkisi araştırılmıştır. Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı kullanılmıştır. 4 farklı tabla sıcaklığı (60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 6 farklı nozul sıcaklığı (240°C, 230°C, 220°C, 210°C, 200°C, 190°C) kullanılarak her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam 27 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

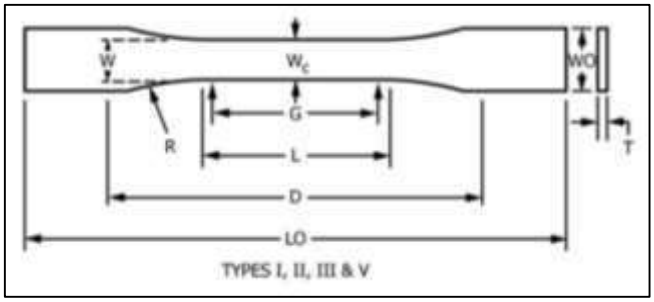
2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında kullanılan 3 boyutlu yazıcı ve üretilen test numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemede Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM imkânları kullanılmıştır. Test numunelerinin üretiminde "Ultimaker 2 Extended" [6] 3 boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı

Çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [8] kullanılmıştır. Bu standart içerisinde 3 boyutlu yazıcının baskı tablasına sığabilecek ölçülerdeki çekme numunesi standardı olarak Type I ölçülerinde 3.2 mm kalınlıkta numuneler üretilmiştir. ASTM D638-14 standardı Type I ölçüleri Şekil 2'de verilmiştir. Belirtilen standart ölçülerindeki çekme numunesi 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında SolidWorks 2016 CAD yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır.



Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.)[A]

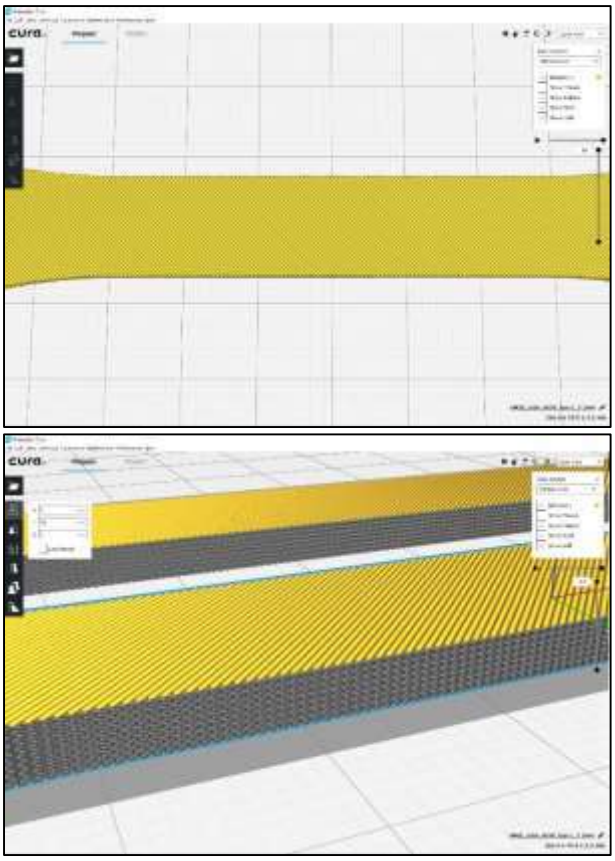
Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Tolerances
	Type I	Type II	
W—Width of narrow section[E,F]	13 (0.50)	6 (0.25)	±0.5 (±0.02)[B,C]
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	±0.5 (±0.02)[C]
WO—Width overall, min[G]	19 (0.75)	19 (0.75)	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min[G]	...	...	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min[H]	165 (6.5)	183 (7.2)	no max (no max)
G—Gage length[I]	50 (2.00)	50 (2.00)	±0.25 (±0.010)[C]
G—Gage length[I]	...	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	±1 (±0.04)[C]
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	±1 (±0.04)

Şekil 2. ASTM D638-14 standardı Type I [8]

Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapabilmek için herhangi bir CAM yazılımı ile üretimi yapılacak tasarımın G-kodlarının oluşturulması gerekmektedir. SolidWorks 2016 CAD yazılımı ile 3 boyutlu olarak tasarımı yapılan çekme numunesinin G-kodlarının oluşturulmasında Ultimaker markasının kendi yazılımı olan Cura CAM yazılımı kullanılmıştır. Cura yazılımında öncelikle 3 boyutlu yazıcı seçimi yapılmış (Ultimaker 2 Extended) ve SolidWorks 2016 CAD yazılımında ".stl" uzantısıyla farklı kaydedilmiş (".stl" uzantısıyla farklı kaydetme sırasında çözünürlük ayarlarından sapma toleransı ve açı toleransı değerleri maksimum hassasiyette çözünürlük sağlanması için en küçük değerlere ayarlanmıştır) olan çekme numunesi tasarımı açılmıştır. Tasarımın yazıcı tablası üzerindeki konumu, açısı vb. ayarlar yapıldıktan sonra Tablo 1'de belirtilen parametreler seçilerek tasarımın G-kodları oluşturulmuştur. Bu parametreler Cura CAM yazılımında Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı için varsayılan parametrelerdir. Cura CAM programında seçilen dolgu deseni görüntüleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Oluşturulan G-kodları SD kart yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.

Tablo 1. Cura CAM yazılımında seçilen parametreler

Yazıcı	Ultimaker 2 Extended with Olsson Block
Malzeme	Ultimaker PLA turuncu
Nozul çapı	0.4 mm
Katman kalınlığı	0.2 mm
Duvar kalınlığı	0 mm
Üst/Alt kalınlığı	0 mm
Dolgu yoğunluğu	%100
Dolgu deseni	Lines 0°
Yazdırma hızı	60 mm/s
Boşta gezme hızı	120 mm/s



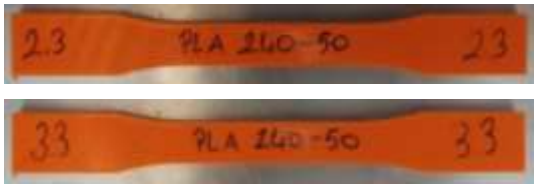
Şekil 3. Cura CAM programında seçilen Lines 0° dolgu deseni görüntüleri

Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcıda öncelikle baskı tablasının manuel olarak kalibrasyonu yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıya Ultimaker marka PLA beyaz malzeme [7] takılmıştır. Tüm çekme numuneleri bu malzeme kullanılarak üretilmiştir. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcının baskı tablasının sıcaklığı 60°C'ye (Ultimaker PLA malzemenin ürün etiketinde belirtilen değere) ayarlanmıştır. PLA malzeme kullanılırken 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı 240°C'ye (195-240ºC Ultimaker PLA ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. Üretim işlemini başlatmadan önce, üretim sırasında numunenin ilk katmanının cam yazdırma tablasına daha iyi yapışmasını sağlamak için yazdırma tablası üzerine ince bir film tabakası kalınlığında stick yapıştırıcı (Uhu Stic Magic Blue) sürülmüştür. Farklı tabla sıcaklıkları için yapılan üretimlerde 240°C nozul sıcaklığı sabit tutularak sadece tabla sıcaklıkları değiştirilmiştir. Farklı nozul sıcaklıkları için yapılan üretimlerde ise 60°C tabla sıcaklığı sabit tutularak sadece nozul sıcaklıkları değiştirilmiştir.



PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla





PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 50°C tabla



PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 40°C tabla



PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 30°C tabla

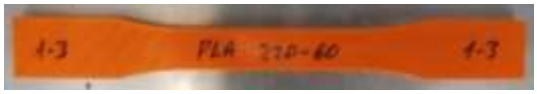
Şekil 4a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı tabla sıcaklıklarında üretilen numuneler

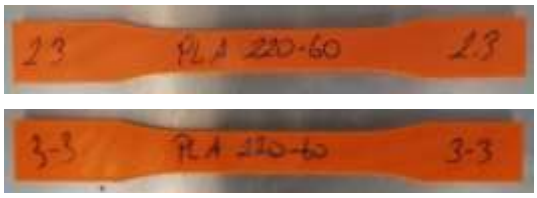


PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla



PLA turuncu malzeme - 230°C nozul - 60°C tabla





PLA turuncu malzeme - 220°C nozul - 60°C tabla



PLA turuncu malzeme - 210°C nozul - 60°C tabla



PLA turuncu malzeme - 200°C nozul - 60°C tabla



PLA turuncu malzeme - 190°C nozul - 60°C tabla

Şekil 4b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı nozul sıcaklıklarında üretilen numuneler

PLA malzeme ile tabla ve nozul sıcaklıkları değiştirilerek, 4 farklı tabla sıcaklığı (60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 6 farklı nozul sıcaklığı (240°C, 230°C, 220°C, 210°C, 200°C, 190°C) kullanılarak her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam 27 adet test numunesi üretilmiştir. Üretilen numuneler Şekil 4'de gösterilmiştir. Üretilen çekme numunelerinin ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri KERN PLS 6200-2A (kapasite: 6,200 g, hassasiyet: 0.01 g) hassas terazi ile yapılmıştır. Ayrıca üretilen numunelere çekme testi yapılmıştır. Çekme testleri 100 kN kapasiteli Zwick/Roell Z100 çekme test cihazıyla yapılmıştır. Testler 5 mm/dk hızda ve ASTM D638 standardı seçilerek yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, 4 farklı tabla sıcaklığı (60°C, 50°C, 40°C, 30°C) ve 6 farklı nozul sıcaklığı (240°C, 230°C, 220°C, 210°C, 200°C, 190°C) ile PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 27 adet numune üretilerek, numunelerin ağırlıkları ölçülmüş ve numuneler çekme testine tabi tutulmuştur.

Test numunelerinin ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2a'da verilen yazdırma sonucunda numunelerin hassas terazi ile tartılması sonucu ölçülen değerler incelendiğinde, PLA malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarında kayda değer bir değişimin olmadığı görülmektedir. Tablo 2b incelendiğinde ise PLA malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarının da bir miktar azaldığı görülmektedir. Bunun nedeninin nozul sıcaklığının azalmasıyla, nozuldan çıkan filamentin akıcılığının azalmış olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Filamentin akıcılığının azalmasıyla, filament nozuldan çıkmakta zorlanmakta, böylece üretilen numunelerin arasında boşluklar oluşmaktadır. Bunun sonucu olarak da nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıkları azalmış olmaktadır.

Tablo 2a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı tabla sıcaklıklarında üretilen numunelerin ağırlıkları

Tabla sıcaklığı (°C)	Ölçülen değerler
	Ortalama ağırlık (g)
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	9.29
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 50°C tabla	9.30
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 40°C tabla	9.28
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 30°C tabla	9.20

Tablo 2b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin ağırlıkları

Nozul sıcaklığı (°C)	Ölçülen değerler
	Ortalama ağırlık (g)
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	9.29
PLA turuncu malzeme - 230°C nozul - 60°C tabla	8.98
PLA turuncu malzeme - 220°C nozul - 60°C tabla	8.67
PLA turuncu malzeme - 210°C nozul - 60°C tabla	7.95
PLA turuncu malzeme - 200°C nozul - 60°C tabla	6.42
PLA turuncu malzeme - 190°C nozul - 60°C tabla	3.76

Tablo 3'de farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin çekme mukavemeti değerleri verilmiştir. Tablo 3a incelendiğinde, PLA malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişimin olmadığı görülmektedir. Tablo 3b incelendiğinde ise PLA malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme dayanımlarının da azaldığı görülmektedir. Nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin arasında boşluklar oluştuğu ve numunelerin ağırlıklarının azaldığı yukarıda belirtilmiştir. Nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin arasında oluşan boşlukların, numunelerin çekme dayanımlarını da düşürdüğü söylenebilir.

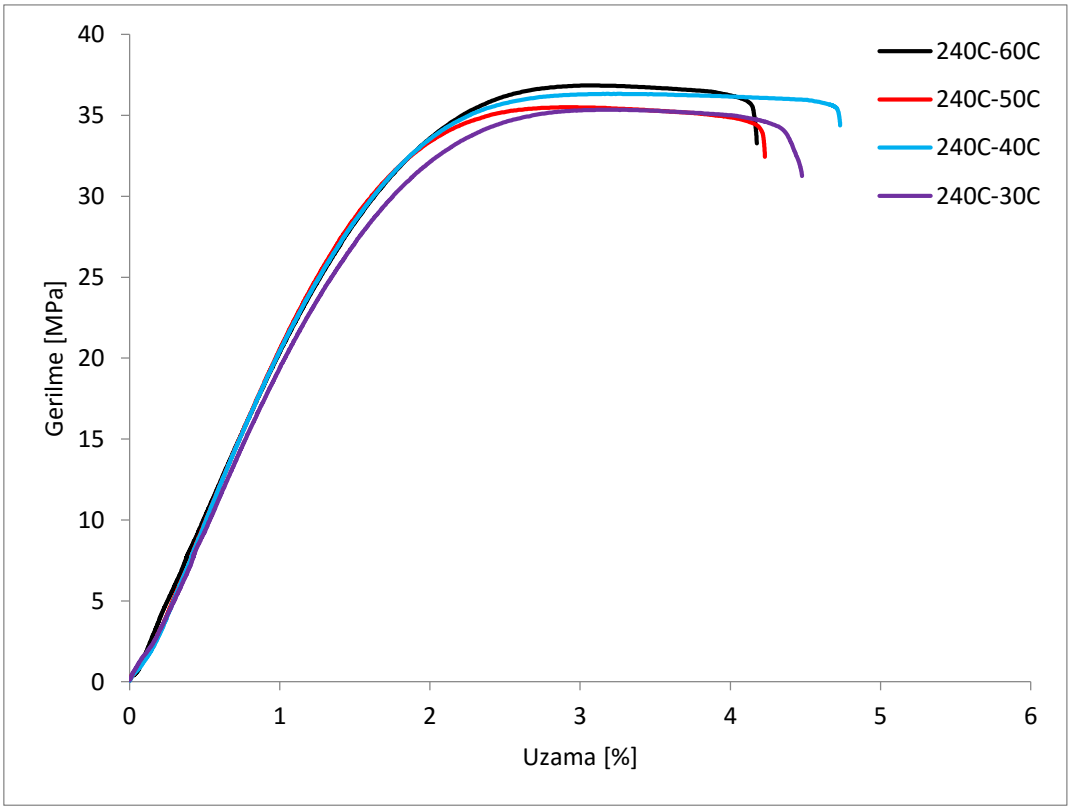
Tablo 3a. 3 boyutlu yazıcı ile farklı tabla sıcaklıklarında üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Tabla Sıcaklığı (°C)	Çekme Mukavemeti (MPa)
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	36.850
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 50°C tabla	35.506
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 40°C tabla	36.332
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 30°C tabla	35.354

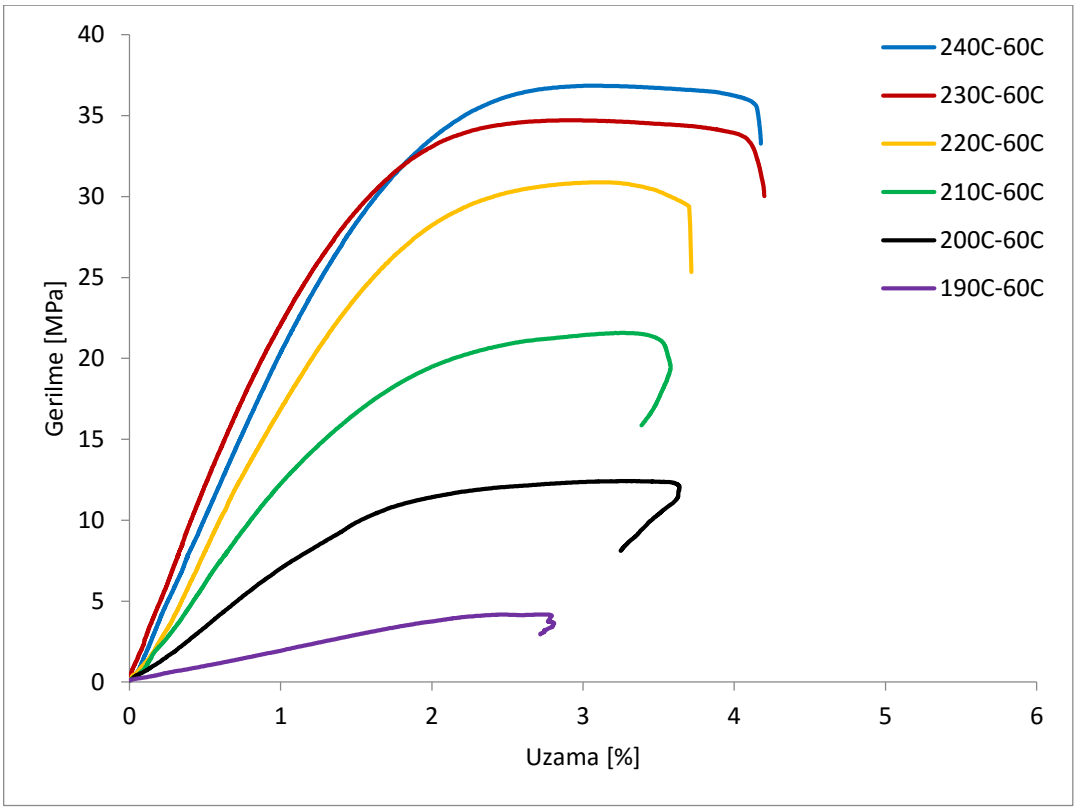
Tablo 3b. 3 boyutlu yazıcı ile farklı nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin çekme mukavemetleri

Nozul Sıcaklığı (°C)	Çekme Mukavemeti (MPa)
PLA turuncu malzeme - 240°C nozul - 60°C tabla	36.850
PLA turuncu malzeme - 230°C nozul - 60°C tabla	34.714
PLA turuncu malzeme - 220°C nozul - 60°C tabla	30.886
PLA turuncu malzeme - 210°C nozul - 60°C tabla	21.576
PLA turuncu malzeme - 200°C nozul - 60°C tabla	12.420
PLA turuncu malzeme - 190°C nozul - 60°C tabla	4.179

Şekil 5'de farklı tabla ve nozul sıcaklıklarında üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri verilmiştir. Şekil 5.a incelendiğinde PLA malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrilerinde kayda değer bir değişimin olmadığı görülmektedir. Şekil 5.b incelendiğinde PLA malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme dayanımlarının da azaldığı görülmektedir.



(a) PLA Malzeme - Tabla sıcaklığı değişimi



(b) PLA Malzeme - Nozul sıcaklığı değişimi

Şekil 5. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen numunelerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda, farklı tabla ve nozul sıcaklıkları ile PLA malzeme kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Ultimaker 2 Extended 3 boyutlu yazıcı ile PLA malzeme kullanılarak üretilen çekme numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM D638-14 standardı [8] kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. PLA malzemede tabla sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarında ve çekme mukavemetlerinde kayda değer bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.
2. PLA malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin ağırlıklarının da bir miktar azaldığı, bunun nedeninin nozul sıcaklığının azalmasıyla, nozuldan çıkan filamentin akıcılığının azalmış olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.
3. Filamentin akıcılığının azalmasıyla, filament nozuldan çıkmakta zorlandığı, böylece üretilen numunelerin arasında boşluklar oluştuğu belirlenmiştir.
4. PLA malzemede nozul sıcaklığının azalmasıyla üretilen numunelerin çekme dayanımlarının da azaldığı tespit edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

[1] T. Wohlers, Rapid Prototyping & Tooling State of the Industry Annual Worldwide Progress Report, United States Am. (2002).

[2] C.S. Lee, S.G. Kim, H.J. Kim, S.H. Ahn, Measurement of anisotropic compressive strength of rapid prototyping parts, J. Mater. Process. Technol. 187–188 (2007) 627–630. doi:10.1016/j.jmatprotec.2006.11.095.

[3] R. Noorani, Rapid Prototyping: Principles and Applications, John Wiley Sons Hoboken, NJ, USA. (n.d.). doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

[4] C. Yang, X. Tian, D. Li, Y. Cao, F. Zhao, C. Shi, Influence of thermal processing conditions in 3D printing on the crystallinity and mechanical properties of PEEK material, J. Mater. Process. Technol. 248 (2017) 1–7. doi:10.1016/j.jmatprotec.2017.04.027.

[5] S. Xiaoyong, C. Liangcheng, M. Honglin, G. Peng, B. Zhanwei, L. Cheng, Experimental analysis of high temperature PEEK materials on 3D printing test, Proc. - 9th Int. Conf. Meas. Technol. Mechatronics Autom. ICMTMA 2017. (2017) 13–16. doi:10.1109/ICMTMA.2017.0012.

[6] Ultimaker.com, Ultimaker 2 Extended Factsheet, Url Erişim Tarihi27.03.2019. (2019). https://ultimaker.com/download/5137/Factsheet-UM2Extended-v1.2.pdf.

[7] Ultimaker, Ultimaker Teknik Bilgi Formu PLA, Url Erişim Tarihi03.03.2019. (n.d.). https://ultimaker.com/download/67608/SDS PLA v3.004-tur.pdf.

[8] ASTM-D638-14, Standard Test Method For Tensile Properties Of Plastics, 2003. doi:10.1520/D0638-14.1.

ÇOCUK İHMAL VE İSTİSMARINDA ÖĞRETMENLERİN ROLÜ

[1]Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ
[2]Arş. Gör. Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU
[1]Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, MUŞ
[2]Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, ŞANLIURFA

ÖZET

Literatürde çocuk istismarına ve ihmaline maruz kalmanın çocuğu yaşam boyu etkilediğini ve ruhsal sorunlar, madde bağımlılığı, intihar girişimi ve özyaralama gibi tıbbi, psikolojik ve davranış bozukluklarına yol açtığı gösterilmektedir. Çocukların hayat dönümlerinde önemli yeri bulunan okulda daha fazla zaman geçirmeleri nedeni ile, çocuk istismarını ve ihmalini önleme ve müdahale çalışmalarında okulların önemli sorumluluklar bulunmaktadır. Öğretmenler profesyonel yaşamları boyunca çocuklarla sürekli iletişim halinde olduklarından çocuktaki fiziksel ve davranışsal değişiklikleri ilk olarak gözlemlerler. Ayrıca çocuk ihmal ve istismarının belirlenmesi, bildirilmesi ve önlenmesinde bunun yanı sıra adli ve sosyal süreçte kilit bir konumdadırlar. Amaç; çocukların kendi ailelerinden sonra en fazla birlikte zaman geçirdikleri öğretmenlerin, çocuk istismarı ve ihmali bakımından farkındalıklarını ve bilgi düzeylerini artırmaktır.
Anahtar Kelimeler: Çocuk İhmal ve İstismarı, Önleme, Öğretmenler

Giriş

Sağlıklı nesillerin sürdürülmesinde toplumun temel yapısını oluşturan çocukların fiziksel ve ruhsal sağlıklarının korunarak sürdürülmesi esastır (1). Çocuklar her zaman korunmayı ve sevgiyi hak eden varlıktır (2). Çocuk haklarına göre, çocuğun yaşaması, sağlıklı ve güvenilir bir ortamda büyümesi, eğitim-öğretim olanaklarına sahip olması vb. haklarının yanı sıra huzurlu ve mutlu bir ortamda yaşamını sürdürme hakkı da bulunmaktadır (3).

Çocuk ihmal ve istismarı; tüm insanlık ile yakından ilgili, psikolojik, tıbbi ve adli yönlerden yıkıcı sonuçları bulunan sosyal bir sorundur. İlk defa 1860 yılında çocukların maruz kaldığı cinsel ve fiziksel istismarına ilişkin bilgi verilmiştir (4,5). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ye göre, istismar çocuğun tüm yaşamını, fiziksel ve psikolojik sağlığını, gelişimini olumsuz etkileyen davranışlardır (6). DSÖ çocuk ihmali ve istismarını; 18 yaşından küçük çocukların sağlığını, sağ kalımını, gelişimini veya ilişkilerdeki güven duygusunu olumsuz yönde etkileyen kötü davranışlar olarak tanımlamaktadır (7). Çocuk ihmali; bir çocuğun temel gereksinimlerinin sağlanmasında oluşan yetersizlik durumudur. İstismar ise çocukların bakımından, gelişiminden sorumlu kişilerce ya da yabancılar tarafından gerçekleştirilen, çocuğun beden ve/veya psikolojik sağlıklarına zarar veren, sosyal gelişimlerini engelleyen tüm fiziksel, duygusal ya da cinsel tutumlar olarak tanımlanmaktadır (8,9).

Çocuk istismarı, multidisiplin açıdan incelenmesi gereken çok boyutlu bir olgudur. Çocuk ihmal ve istismarı ayrıca önemli bir halk sağlığı sorunudur (10). Bu sorun çocuğun gelişiminden sorumlu ebeveyn veya bakıcı gibi yetişkin bireylerce

bilinçli veya bilinçsiz gerçekleştirilen, çocuğun gelişimini engelleyen ve çocukta kalıcı hasarlara sebep olan eylem ve/veya eylemsizlikler bütünüdür (2,11).

Çocuk istismarına ait veriler, bildirim yapılmış vakalardan oluşmakta ve istismara maruz kalan çocukların önemli bir kısmı bilinmemektedir. Ülkemizdeki çocukluk çağında istismar ve ihmal olaylarının yaygınlığına ilişkin yapılan çalışmalarının sayısının az olması ve olayın tespitinin zorluğu ve rapor edilmeye ilişkin yetersizlikler istismar edilen çocukların gerçek sayısına ulaşımının önüne geçmektedir (11,12). Fiziksel istismar ülkemizde ebeveynler tarafından bir disiplin aracı olarak görülmesi nedeniyle bildirimin önüne geçilmektedir (13-15). Bildirimi yapılan vakalar ise sıklıkla ciddi yaralanmalar ya da ölüm gibi önüne geçilemeyen sonuçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (16).

DSÖ, erişkinlerin çocukluk dönemi sırasında %25'inin fiziksel istismara uğradığı, kadınların %20'sinin, erkeklerin %8'inin çocukluklarında cinsel istismara maruz kaldığını göstermektedir. Ayrıca dünyada her yıl 15 yaş altı 31000 çocuk hayatını istismar nedeniyle kaybetmektedir (7). Ülkemizde UNİCEF (2010) çocuk istismarı ve aile içi şiddet konulu araştırmasında 7-18 yaş çocuklarda, duygusal istismar %51, fiziksel istismar %43, cinsel istismar ise %3 düzeyinde görülmektedir (17). Ülkemizde Çocuk İstismarı ve Aile İçi Şiddet Araştırmasında ise; 7-18 yaş çocukların %43'ü fiziksel istismara, %51'i duygusal istismara, %25'i ise ihmale maruz kalmaktadır (10,17). Ayrıca son iki yıl içerisinde "Türkiye Adli Tıp Kurumu Morg İhtisas Dairesi'ne gelen çocuk ölümlerinin; % 74.5'inin ihmal, % 13.9'unun fiziksel istismar, % 5.6'sının fiziksel istismar ve ihmal, % 6'sının ise cinsel istismar ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (14).

Çocuk İstismarı ve İhmal Tipleri

Bireyin büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen davranışlar ihmal ve istismar olarak tanımlanmaktadır. İstismar olguları fiziksel, cinsel ve duygusal istismar olarak gruplandırılmaktadır. İstismar deneyiminin yanında çocuğun maruz kaldığı başka bir olumsuz durum da ihmal olgusudur. İhmal; genel olarak fiziksel ve duygusal ihmal olarak iki şekilde incelenmektedir (18).

A)İhmal; İstismara göre daha pasif bir eylem olan ihmal, çocuğun ihtiyaç duyduğu ya da karşılanması gereken ihtiyaçların karşılanmaması veya görmezden gelinmesi iken istismar ise çocuğa yapılmaması gereken davranışların yapılmasıdır (19). Çocuğa yönelik ihmaller fiziksel ve duygusal olarak incelenmektedir. Fiziksel ihmal, çocuğun beslenme vb. temel ihtiyaçlarının karşılanmaması; duygusal ihmal ise çocuğa gereken sevgi ve ilginin gösterilmemesi gibi çocuğun duygusal gelişimine zarar verebilecek nitelikte davranışlardır (20).

B)Fiziksel istismar; Fiziksel istismar, çocuğun bedenen fiziksel kaza ve yaralanma riski ile karşı karşıya kalmasıdır (21). Ülkemizde fiziksel istismar en sık tokat atma şeklinde yapılmaktadır. Fiziksel istismar, çocuğa verdiği zarar görülebilir nitelikte olduğu için tanımlanması en rahat istismar tipidir (22).

C)Cinsel istismar; Cinsel istismar, çocuğun başkaları tarafından; cinsel ihtiyaçların giderilmesi, cinsel obje şeklinde kullanması, diğer insanlara pazarlamak amacıyla kullanılması eylemleridir (23). Fiziksel ve duygusal istismara göre tanımlanması daha zordur. Çünkü gelenek ve göreneklerine sıkı sıkıya bağlı olan toplumlarda cinsel kötüye

kullanımın ifade edilmesi sorunları derinleştirebilmektedir (20). Anne-baba yakınlığına ve otoritesine sahip bir yetişkinle, bir çocuk veya ergen arasındaki her çeşit cinsel ilişki ensest (aile içi cinsel istismar) olarak tanımlanır ve istismara uğrayan çocukların %21,1'inde istismarın aile üyelerinden olduğu gözlenmiştir (24). Ayrıca aile üyeleri tarafından gerçekleştirilen cinsel istismar aile içinde saklanmakta, toplumsal olarak kabul edilmemektedir. Çocukta en fazla duygusal olarak da en yoğun etki bu istismar tipinde ortaya çıkabilmektedir (10). Cinsel istismar sonucu çocukta büyük bir izole olma duygusu, hatta mağdur olmasına rağmen toplum tarafından dışlanma ve damgalanma korkusu da söz konusu olabilmektedir (25,26).

D) Duygusal istismar; Duygusal istismar, diğer istismar türlerini de kapsamaktadır. Her istismara uğrayan çocuk aynı zamanda duygusal açıdan da incinmektedir (27). Duygusal istismara maruz kalan çocukların kişilik gelişimi ve gelecekteki yaşantısı olumsuz yönde etkilenmektedir (28). Ayrıca diğer istismar türlerine maruz kalan çocuğun duygusal olarak da zarar gördüğü bildirilmiştir. Duygusal istismarın, diğer istismar türlerine nazaran daha az bahsedilmesinin nedeni, çocuğun duygusal istismar sonucu daha az örseleneceğine dair yanılgıdır (20). Duygusal istismara maruz kalan çocuklarda ise; enüresis-enkopresis, iştahsızlık, yalan söyleme, hırsızlık, bağımlılık, derslerde başarısızlık, duygusal açıdan tutarsızlık, uyumsuzluk, herhangi bir sebebe bağlı olmayan büyüme geriliği, psikolojik sorunlar görülebilmektedir (25,26).

İstismara İlişkin Risk Faktörleri

Çocuk istismarı ve ihmali sıklıkla; tek ebeveyn, büyük aile, düşük sosyo-ekonomik ve eğitim düzeyi, alkol veya madde kullanan anne-baba, psikiyatrik hastalığı bulunan anne vb. durumlardan etkilenmektedir. Yapılan çalışmalarda aile içerisindeki stres, ekonomik nedenler ya da ebeveynlerin parçalı veya hiç olmaması gibi durumların çocuk istismarı üzerinde etkili olduğunu belirtilmiştir (20, 29). Ev içinde babanın anneye örseleyecek davranışlarda bulunması, annenin de kendi çocuğuna kötü davranmasına ve o evde yaşayan çocukta davranış bozuklukları gelişmesine yol açabilmektedir. Ayrıca ev içi şiddete tanık olan çocuk potansiyel istismarcı olarak yetişmektedir (21). İstismarcı anne-babalar genellikle şahsi memnuniyetlerini her şeyden üstün tutarak, çocuklarını gereksinimlerini karşılamada bir amaç gibi gören, hayattan gerçek beklentileri bulunmayan, sosyal kişilikleri yetersiz kişilerdir (10).

Çocuk istismarına ilişkin risk faktörleri;

Dört ana grupta incelenebilir:

a)Çocuk ile ilgili risk faktörleri; Çocukta hiperaktivite, tik, kekemelik, davranış sorunları özür/engel durumu, aşırı ağlama, derslerdeki başarısızlık ve antisosyal arkadaş grubu varlığı, enüresis noktürna, uyku düzensizliği, iştahsızlık yada çok yeme ve çok kardeşli olmak sayılabilir (30). Çocuğun yaşı, cinsiyeti, doğum ağırlığı, doğum sırası, gayri meşruluk vb. özellikler de istismar ve ihmal riskini arttırabilmektedir. Ayrıca anne-baba ile sağlıklı ve güvenilir ilişki geliştirmeyen çocukların daha sık ihmal ve istismar edildiği görülmektedir (10). İstismara maruziyet riski 12 yaştan sonra önemli düzeyde azalmaktadır. Kız cinsiyetinde olma da istismar riskini arttırmaktadır (31).

b)Anne–baba ile ilgili risk faktörleri; Ebeveynlerin; istismar öyküsü bulunması, mutsuz çocukluk geçirmeleri, ruhsal problem varlığı, duygusal açıdan yetersiz gelişimi (çocuğun bakımını, sorumluluğunu üstlenebilecek düzeyde olmama), alkol ve/veya

madde bağımlısı olması sayılabilir. Ayrıca, öz olmayan anne veya baba, erken yaşta (20 yaşın altında) annelik, sık aralıklarla doğum yapma, hoşgörüsüz ya da aşırı kaygılı olma, düşük eğitim düzeyi, beklentilerine uygun olmayan çocuk gelişimi de istismar riskini arttırmaktadır (32).

c)Ailenin sosyal yapısı ile ilgili risk faktörleri; Düşük sosyoekonomik ve eğitim düzeyi, yetersiz barınma koşulları, plansız ve istenmeyen gebelik veya evlilik dışı gebelik, stresli iş ortamı veya iş yaşamında başarısızlık, stres faktörlerini içeren bir hayat sürme, sosyal izolasyon ve sosyal destek zayıflığı, kültürel açıdan ebeveynlerin uyumsuzluğu örnek verilebilir (16).

d)Topluma ilişkin risk faktörleri; Sosyal eşitsizlikler, çocukları korumaya yönelik yasa olmaması veya uygulamaya yönelik yetersizlikler, şiddetin terbiye aracı olarak görülmesi, çocuk-aile politikaları vb. ilişkin faktörler sayılabilir (10). Ayrıca; savaş ve göç mağduru ailelerin çocukları, gebe annenin diğer çocuğu/çocukları, özel gereksinimi olan çocuklar ihmal ve istismara uğrama açısından yüksek risk altındadır (33,34).

İstismar Sonrası Psikiyatrik Bozukluk Belirtileri

Çocukluk döneminde örselenme ve ihmale maruz kalma, başta çocukluk olmak üzere tüm yetişkinlik dönemini de olumsuz etkilemektedir (35). Cinsel istismara maruz kalan çocuklarda utanma, suçluluk, dışlanma korkusu, olayın sorumlusu olarak kendini görme, ailenin sevgisini ve ilgisini kaybetme korkusu istismarın gizli kalmasına yol açmaktadır (36).

Yapılan bir çalışmada, çocukluk döneminde istismara maruz kalan bireylerin ergenlik döneminde; depresyon, düşük benlik saygısı, suça yönelme, aile ve çevreyle yaşanan ilişkilerde problemler, diğer insanlara güven duymama, madde bağımlılığı, cinsel uyumsuzluk, kendisine veya başkalarına zarar verme isteği, intihar girişimi gibi davranışlara rastlandığını belirtilmiştir (37).

İstismar sonrası psikiyatrik bozukluk belirtilerinden sık olarak gözlenenler; davranış problemleri, anksiyete bozuklukları, kişilik bozukluğu, travma sonrası stres bozukluğu, kendine zarar verme veya intihar, saldırganlık, yeme ve uyku bozuklukları, erken yaşta cinsel temalı davranışlar sergilemedir (38).

Diğer istismar türlerine nazaran özellikle cinsel istismar, çocukların ruh sağlığına ve yaşam kalitesine ciddi düzeyde zarar vermektedir. Yapılan çalışmalar cinsel istismar sonrasında çocukların önemli bir kısmında psikiyatrik bozukluk yaşadığını göstermiştir (39,40). Çocukluk döneminde görülen ruhsal bozukluklar çocukların normal psikolojik gelişimini sekteye uğratarak erişkin dönemde de sorunlar yaşamalarına neden olmaktadır (41).

Yasal Prosedür

Çocukların her türlü fiziksel, zihinsel ve cinsel ihmal ve istismardan korunmasını içeren Çocuk Haklarına Dair Sözleşme Türkiye'nin de dahil olduğu 197 ülke tarafından imzalanmış ve 2 Eylül 2010'da yasa statüsüne kavuşmuştur (42). Çocuk ihmal ve istismarı birçok yasa ile teminat altına alınmıştır; Birleşmiş Milletler'in "Çocuklara Uygun bir Dünya" adlı Genel Kurul Kararı, Avrupa Birliği'nin 2007 yılında imzaladığı "Çocukların Cinsel Suiistimal ve Cinsel İstismara Karşı Korunmasına İlişkin Avrupa Konseyi Sözleşmesi", Amerika Birleşik Devletleri' nde cinsel suçlarla ilgili cezalar bunlara örnek gösterilebilir (10).

Son yıllarda çocuk istismarı ve ihmali çok sık gündeme gelmekte ve çocukların korunmasına yönelik yapılan birçok girişim yetersiz kalmaktadır (1). İstismar ve ihmale karşı çocuklar yasal olarak güvence altına alınsa da resmi makamlara bildirimler konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır. Kamu kurumlarında çalışmakta olan sağlık personeli, öğretmen ve diğer memurların da bildirimde bulunma zorunluluğu bulunmaktadır (43). Türk Ceza Kanunu (TCK)'nun 278/1'e göre) İşlenmekte olan bir suçu yetkili makamlara bildirmeyen kişi, bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır" (44). TCK'nun Madde 279 ise "Kamu adına soruşturma ve kovuşturmayı gerektiren bir suçun işlendiğini göreviyle bağlantılı olarak öğrenip de yetkili makamlara bildirimde bulunmayı ihmal eden veya bu hususta gecikme gösteren kamu görevlisi, altı aydan iki yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır" ifadesini bulundurmaktadır (43).

Çocuk İhmal ve İstismarında Öğretmenlerin Rolü

Çocuklar başta sosyal çevre, aile, akranlar ve öğretmenlerinden olmak üzere çeşitli istismar türlerine maruz kalabilmektedir. İhmal ve istismarın erken dönemde tanılanmasında en önemli husus "şüphe" dir. Bu nedenle özellikle öğretmenlerin, çocuk istismarı ve ihmaline ilişkin şüpheleri tanıması, ihmal ve istismarın önüne geçebilmesi ve istismarı uygulayan bireye ve mağdur edilen çocuğa yönelik uygun girişim yöntemlerini bilmesi ve kullanması bakımından büyük rolü bulunmaktadır (3).

Öğretmenlerin, çocukların evden sonra en fazla zaman harcadığı okulda öğrenciler ile iç içe olma, onların davranışsal farklılıklarını gözlemleme, istismar ve ihmal belirtilerini tanıma, önleme ve bildirme noktasında kilit bir rolü vardır. Öğretmenler, çocukları kendi ortamında gözlemledikleri için çocuklarda ani ortaya çıkan farklılığı daha net fark edebilir, içe kapanma, mutsuz görünme, dikkat dağınıklığı, uzun süreli dalgınlıklar, derslerde başarısızlık, hırçınlık, saldırganlık vb. değişiklikleri zaman kaybetmeden gözlemleyebilir (45). Bu sebeple öğretmenler, ihmal ve istismara maruz kalan bir çocukta ortaya çıkabilecek değişimleri; deneyimli ve objektif olması, başka birçok arkadaşı ile karşılaştırabilmesi ve rehabilitasyon sürecinde etkin rol oynayabilmesi bakımından zaman kaybetmeden fark edebilirler (20). Eğer istismarın aile bireyleri tarafından gerçekleştirilmesi söz konusu ise öğretmenlerin önemi bir kez daha ön plana çıkmaktadır. Öğretmenler, çocuk ihmal-istismar söz konusu olduğunda çocuğa uygun yaklaşım ve tavır sergilemesi hususunda bilinçlendirilmelidir (10).

Çocuk istismarı ve ihmali ile ilgili UNICEF (2010) raporunda öğretmenler, aileler ve çocuklar konuya ilişkin eğitim almasını, aile-çocuk arasında güven veren sevgi bağının kurulmasını, özel ilgi gerektiren çocuklara farklı bir çalışma uygulanmasını, gerekli durumlarda yasaların uygulanmasını, gelir düzeylerinin iyileştirilmesini ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın öğretmenlere sahip çıkması gerektiği belirtilmektedir (20).

İstismar ve ihmale ilişkin bilinçliliğin artırılması amacıyla öğretmenler çocukları koruma programları içerisinde yer almaları bulunmaları gereklidir (46). Ayrıca yapılan çalışmalarda da öğretmenlerin istismar ve ihmal yaşantıları ile ilgili hizmet içi eğitim almalarının gerekliliği belirtilmektedir (47-50). Bu sebeple, öğretmenlere konuya ilişkin düzenli olarak seminer ve konferanslar vb. düzenlenmelidir. Psikolojik danışmanlık ve rehberlik öğretmenleri okullarda daha aktif, koordineli ve etkin çalışmaları sağlanabilmelidir. Çocuklar için cinsel eğitimin önemi

vurgulanmalı ve okul müfredat programları içine yerleştirilmelidir. Okullarda verilecek cinsel eğitim programları; sağlıklı cinsel gelişim bilgisini ve çocukların cinsel istismara karşı koruma yollarını öğretmeyi hedeflemelidir (10).

Sonuç ve Öneriler

1. İstismar ve ihmali önleme girişimleri arasında; erken dönemde aile-çocuk arasındaki ilişkinin sağlam temeller üzerine kurulması ve nitelikli eğitim ve danışmanlık hizmeti yer almaktadır. Bu bağlamda öğretmenlere ve okul yönetimine çocuk istismarının tanılanması ve önlenmesine (vaka farkındalığı, alınacak önlemler ve riskli gruplara müdahale) ilişkin önemli roller düşmektedir.
2. İhmal ve istismara ilişkin ailelere ve öğretmenlere belirli sıklıkta eğitim verilmesi, çocuklara mahremiyet eğitiminin sağlanması, kitle iletişim araçlarının kontrol altında tutulması ve caydırıcı ceza ve yaptırımlar önem taşımaktadır.
3. Çocuklar için en az ebeveynler kadar öneme sahip olan öğretmenlerinin istismar ve ihmale ilişkin bilgi düzeyleri ve farkındalıkları belirlenmesi gereklidir.
4. Öğretmenler, tek ebeveynli çocuklara rehberlik etme amacıyla için rehberlik ve araştırma merkezleri ile koordine halde çalışılmalıdır.
5. Aile-okul-öğretmen her zaman işbirliği ve iletişim halinde olmalıdır.
6. Öğretmenler, çocuk ile iletişim kurma tekniklerini bilmelidir
7. Öğretmenlik mesleğini yapacak kişilerin istismar ve ihmal ile ilgili farkındalığı lisans döneminde arttırılmalıdır (20).

KAYNAKLAR

1. Kürklü, A. (2011). Öğretmenlerin Çocuk İstismarı ve İhmaline Yönelik Farkındalık Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
2. Üstündağ, A., Şenol, F.B., Mağden, D. (2015). "Ebeveynlerin çocuk istismarına yönelik bilgi düzeylerinin belirlenmesi ve bilinçlendirilmesi", Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal, 1 (2).
3. Sağır, M. (2013). Okul Öncesi ve Sınıf Öğretmenlerinin Çocuk İstismarı ve İhmaline Yönelik Görüşleri ve Farkındalık Düzeyleri, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
4. Jain, A.M. (1999). Emergency department evaluation of child abuse. Emerg Med Clin North Am,17(3): 575-593.
5. Yalçın, H., Nurcan, K., Duman, G. (2014). Anne baba İlgili tutumlarının düzenlenmesi. Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 133- 143.
6. Mete, B.K. (2015). Çocuk istismarı: Stres, Aile İşlevselliği, Sosyal Yalıtım, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
7. World Health Organization. Child Maltreatment. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs150/en/. Erişim Tarihi: 21.09.2019.
8. World Health Organization Report of the consultation on child abuse prevention, 1999. Geneva. http://www.who.int/iris/handle/10665/65900 (ET: 21.03.2019)
9. Mc Donald, K.C. (2007). Child abuse: approach and management. Am Fam Physician, 75(2): 221- 228

10. Yıldız, Y., Kaçar, M., Albayrak, E., Çalaboğlu, T., Çakmak, S., Bayraktar, T. (2017). Çocuk İhmali ve İstismarı Hakkında İlköğretim Öğretmenlerinin Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Van Tıp Derg, 24(4): 303-309.

11. Bahar, G., Savaş, H., Bahar, A. (2009). Çocuk İstismarı ve İhmali: Bir Gözden Geçirme. Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi, 4(12), 51–65.

12. Runyan, D., Wattam, C., Ikeda, R., Hassan, F., Ramiro, L. (2002). Child abuse and neglect by parents and other caregivers. In: EG Krug, LL Dahlberg, JA Mercy, AB, R Lozano, Editors. World report on violence and health. WHO, Geneva.

13. Bilge, Y.D., Taşar, M.A., Kılınçoğlu, B., Özmen, S., Tıraş, Ü. (2013) Alt sosyoekonomik düzeye sahip anne-babaların çocuk istismarı ve ihmali hakkındaki bilgi düzeyleri, deneyimleri ve kullandıkları disiplin yöntemleri. Anadolu Psikiyatri Dergisi, 14:27-35

14. Altıparmak, S., Yıldırım, G., Yardımcı, F., Ergin D. (2013). Annelerden alınan bilgilerle çocuk istismarı ve etkileyen etkenler. Anadolu Psikiyatri Dergisi, 14:354-361

15. Bektaş, M., Öztürk, C. (2007). İzmir'de bir ilköğretim okulunda aile içi şiddet araştırması. Ege Pediatri Bülteni, 14(3):165-169.

16. Yalçın N. (2011). Türkiye'de Çocuk İstismarı ve Çözüm Önerileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Projesi, İstanbul.

17. UNICEF, (2010). Türkiye'de Çocuk İstismarı Ve Aile İçi Şiddet Araştırması. http://www.unicef.org.tr/files/bilgimerkezi/doc/cocuk-istismari-raporu-tr.pdf

18. Yargıç, İ., Ersoy, E., Batmaz-Oflaz, S. (2012). Çocukluk Çağı Travmalarının İntihar Girişimi ve Kendine Zarar Verme Davranışı ile İlişkisi. Anadolu Psikiyatri Dergisi, 13, 277-284.

19. Mavili, A. (2014). Aile İçi Şiddet: Kadının Ve Çocuğun Korunması. (2. Baskı). Ankara: Elma Yayınevi.

20. Pekdoğan. S., Bozgün, K. (2018). Öğretmenlerin çocuk ihmali ve istismarı hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7(2).

21. Tıraşçı, Y., Gören, S. (2007). Çocuk İstismarı ve İhmali. Dicle Tıp Dergisi, 34(1), 70-74.

22. Yaşar, Z.F., Akduman, G.G. (2007). Çocuk İhmali-İstismarı ve Adli Diş Hekimliği. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6(5), 389-394.

23. Ovayolu, N., Uçan, Ö., Serindağ, S. (2007). Çocuklarda Cinsel İstismar ve Etkileri. Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi, 2(4), 13-22.

24. Gençoğlan, S., Hekimoğlu, Y., Mutluer, T., Özdemir, P.G., Gümüş, O., Durmaz, O. ve ark. (2016). Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde Yaşayan Cinsel İstismar Mağdurlarının Sosyodemografik ve Klinik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Van Tıp Derg, 23(4): 318-323

25. Ünal, F. (2008). Çocuk İstismar ve İhmali. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 12(1): 9-18.

26. Dallar, B.Y., Taşar, M.A., Kılınçoğlu, B., Özmen, S., Tıraş, Ü. (2013). Alt sosyoekonomik düzeye sahip anne-babaların çocuk istismarı ve ihmali hakkındaki

bilgi düzeyleri, deneyimleri ve kullandıkları disiplin yöntemleri. Anadolu Psikiyatri Dergisi, 14: 27-35.

27. Pears, K.C., Kim, H.K., Fisher, P.A. (2008). Psychosocial And Cognitive Functioning Of Children With Specific Profiles Of Maltreatment. Child Abuse & Neglect, 32, 958–971. doi:10.1016/j.chiabu. 2007.12.009.

28. Öztürk, S. (2007). Çocuklarda Duygusal İstismar. (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

29. Slack, K., Berger, L. M., DuMont, K., Yang, M., Kim, B., Ehrhard-Dietzel, S., et al. (2011). Risk And Protective Factors For Child Neglect During Early Childhood: A Crossstudy Comparison. Children and Youth Services Review, 33, 1354-1363.

30. Şimşek, F., Ulukol, B., Bingöler, B. (2004). Çocuk İstismarına Disiplin Penceresinden Bakış, Adli Bilimler Dergisi, 3(1): 47-52.

31. Polat, O. (2002). Çocuk Hakları Nedir? İstanbul: Analiz Yayınları, 5-39.

32. Kara, B., Biçer, Ü., Gökalp, A.S. (2004). Çocuk İstismarı. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 47: 140- 151.

33. Önal, S.Ç., Celbiş, O., Özdemir, B., Özdemir, M.Y. (2013). Çocuk istismarı. Türk Nöroşirürji Dergisi, 23:124- 127.

34. Sener, M.T., Anci, Y., Dursun, O.B. (2014). Significance of healthy family structure in preventing child sexual abuse: A prospective controlled study. Medicine Science International Medical Journal, 3 (1): 1046-53.

35. Bostancı, N., Albayrak, B., Bakoğlu İ., Çoban Ş. (2006). Üniversite Öğrencilerinde Çocukluk Çağı Travmalarının Depresif Belirtileri Üzerine Etkisi. Yeni Sempozyum Dergisi, 44(4): 189-192.

36. Beyazıt, U., Ayhan, A.B. (2015). Türkiye'de yapılmış çocuğun mağdur olduğu cinsel istismar olgularını konu alan bilimsel çalışmaların incelenmesi. International Journal of Social Science, 31:443-453.

37. Siyez, D. M. (2003). Duygusal İstismara Maruz Kalan ve Kalmayan Ergenlerin Benlik Algıları ile Depresyon Ve Kaygı Düzeylerinin Karşılaştırılması. (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir

38. Irmak, T.Y. (2008). Çocuk İstismarı ve İhmalinin Yaygınlığı ve Dayanıklılıkla İlişkili Faktörler. Ege Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Psikoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi, İzmir, 2008.

39. Demirci, E.Ö., Özmen, S., Öztop, D.B., Özdemir, Ç., Uytun, M.Ç. (2014). Çocuk ve ergen cinsel istismar olgularında istismar ile ilişkili sosyo-demografik özelliklerin, ailesel değişkenlerin ve ruhsal bozuklukların değerlendirilmesi. Adli Tıp Bülteni, 19(3):146-153.

40. Soylu, N., Pilan, B.S., Ayaz, M., Sonmez, S. (2012). Study of factors affecting mental health in sexually abused children and adolescent. Anatolian Journal of Psychiatry,13 (4):292-298.

41. Dursun, O.B., Güvenir. T., Özbek. A. (2010). Çocuk ergen ruh sağlığında epidemiyolojik çalışmalar: yöntemsel bir bakış. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 2(3).

42. Kurt, S.L. (2016). Çocuk haklarına ilişkin temel uluslararası belgeler ve Türkiye uygulaması. Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi, 16(1): 99-127

43. Yurtcan, E. (2006). Yeni Türk Ceza Kanunu ve Yorumu. İkinci Baskı. İstanbul; Kazancı Kitap.

44. Özmen, R. Anayasa TCK-CMK ve İnfaz Kanunu. 47. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık

45. Şahin, F., Beyazova, U. (2001). Çocuğun Şiddetten Korunma Hakkı. Milli Eğitim Dergisi, 151: 90-94.

46. Sağır, M., Gözler, A. (2013). Sınıf Öğretmenlerinin Çocuk İstismarı ve İhmaline Yönelik Görüşleri ve Farkındalık Düzeyleri. Türkiye Sosyal Politika ve Çalışma Hayatı Araştırmaları Dergisi, 3(5), 67-102.

47. Can-Yaşar, M., İnal-Kızıltepe, G., Kandır, A. (2014). Öğretmen Adaylarının Çocuklardaki Fiziksel İstismar Belirtilerine İlişkin Farkındalıkları. Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 7(3), 286-303.

48. Pala, B. (2011). Geleceğin Öğretmenlerinin Çocuk İstismarı Ve İhmali Konusunda Bilgi Ve Farkındalık Düzeyleri. (Tıpta uzmanlık tezi). Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eskişehir.

49. Tugay, D. (2008). Öğretmenlerin Çocuk İstismarı ve İhmaline Yönelik Farkındalık Düzeyleri. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

50. Türk, S. (2010). Öğretmen Adayları İle İlköğretim Okullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Çocuk İstismarı Potansiyeli Açısından İncelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Hemşirelik Öğrencilerinin Sigara Bağımlılık Düzeyi ve Etkileyen Faktörler

Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ
Muş Alparslan Üniversitesi
Arş. Gör. Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU
Harran Üniversitesi

Özet

Araştırma, hemşirelik bölümü öğrencilerinin sigara kullanımı ve nikotin bağımlılık düzeylerini belirlemek, sigara kullanımında ve nikotin bağımlılığında etkili olan faktörleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Tanımlayıcı tipte bir araştırmadır. Araştırma sırasında fakültede bulunan ve katılmayı kabul eden 247 hemşirelik öğrencisi ile Kasım 2019 tarihinde bu çalışma yürütülmüştür. Veriler toplanmasında yapılandırılmış anket ve Fargeström Nikotin Bağımlılık Testi kullanılmıştır. Araştırmanın analizinde tek değişkenli analizlerde tanımlayıcı istatistikler, ki-kare testi ve lojistik regresyon modeli kullanılmıştır.

Hemşirelik öğrencilerinde sigara kullanım düzeyi %20.6' dır. Sigara kullananların %54.9' u lisede, %23.5' i ise üniversitede sigara kullanmaya başlamıştır. Öğrencilerin %52.9' u sigarayı en fazla stresli durumlarda kullanmaktadır. %44.2' sinin sigarayı bırakma düşüncesi bulunmamaktadır. Araştırmada Fagerström nikotin bağımlılık testi puan ortalaması 12.7±2.6' dır. Sigara kullanan öğrencilerin %92.9' unda çok ileri düzeyde nikotin bağımlılığı bulunmaktadır. Sigara kullanım durumunu; erkek cinsiyet, başarısızlık kaynaklı olarak ders tekrar etme, ailede sigara kullanan birey bulunması, sigaranın sağlığa zarar vermeyeceğini düşünme olumsuz yönde etkilemektedir.

Sigara kullanmaya çoğunlukla lise yıllarında başlanmaktadır. Hemşirelerin aile ilişkilerini arttırıcı rehberlik programları düzenlenmeleri, sigarayı önleme/bıraktırma konusunda eğitim danışmanlık hizmeti sunmaları önerilmektedir

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik Öğrencisi, Sigara İçme, Nikotin

Giriş

Sigara kullanımı bireyin vazgeçemediği tüm dünyada ve ülkemizde önemli bir halk sağlığı sorunudur. Gelişmiş ülkelerin bir çoğunda sigara içme eğilimlerinde azalma olurken gelişmekte olan ülkelerde sigara tüketimi artmaktadır. Özellikle de bu artış genç yaş grubunda kendini göstermektedir [1-3].

Geleceğin sağlık çalışanı olacak olan hemşirelik bölümü öğrencilerinin sigaraya başlamasını önlemek veya halen sigara içenlere sigarayı bıraktırmak, toplum genelinde yürütülen sigara ile mücadelede önemli bir adımdır (4). Bu bakımdan araştırma, hemşirelik bölümü öğrencilerinin sigara kullanımı ve nikotin bağımlılık düzeylerini belirlemek, sigara kullanımında ve nikotin bağımlılığında etkili olan faktörleri ortaya koymak amacıyla planlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma tanımlayıcı tiptedir. Muş Alparslan üniversitesi hemşirelik fakültesinde aktif ders kaydı bulunan öğrenciler araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Kasım 2019 tarihinde, çalışma sırasında fakültede bulunan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 247 öğrenci ile araştırma yürütülmüştür. Verilerin toplanmasında yapılandırılmış anket ve Fargeström Nikotin Bağımlılık Testinden yararlanılmıştır. Araştırmanın bağımlı değişkeni sigara kullanma düzeyi ve etkileyen faktörlerdir. Araştırmada tek değişkenli analizlerde tanımlayıcı istatistikler ve Ki-kare testi kullanılmıştır. Tek değişkenli analizlerde anlamlı bulunan; yaş, cinsiyet, bulundukları sınıf, başarısızlık kaynaklı olarak ders tekrar etme durumu, ailede ve arkadaşlar içerisinde sigara kullananların bulunma ve sigaranın sağlığa zararlı olduğunu düşünme durumu değişkenleri ile lojistik regresyon modeli oluşturulmuştur. Veriler SPSS 20.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular

Öğrencilerin %50.2’ si 20 yaş ve altı grupta, %61.9’ u kadın cinsiyet, %62.8’ i yurtta kalmaktadır. Katılımcıların %35.5’ ini 1.sınıflar oluşturmakta, %33.6’ sı başarısızlığa bağlı olarak ders tekrarı yapmış ve %82.6’ sının tekrar ettiği ders sayısı 3 ve üzeridir. Öğrencilerin %76.9’ u çekirdek aile yapısına sahip, %61.1’ inin ailesinin geliri giderine denktir. %49.0’ ının babası, %2.0’ ının annesi gelir getiren bir işte çalışmaktadır. Ebeveynler içerisinde annelerin %73.3’ ü, babaların ise %31.6’ sının eğitim düzeyi ilkokul altı seviyededir. Öğrencilerin %83.0’ ının arkadaşları arasında, %67.2’ sinin ailesinde sigara içen bireyler bulunmaktadır. Öğrencilerin %95.5’ i sigaranın sağlığa zarar verdiğine inanmaktadır.

Hemşirelik öğrencilerinde sigara kullanım düzeyi %20.6' dır. Sigara kullanma durumunu; erkek cinsiyet olma 3.8 kat, başarısızlık kaynaklı olarak ders tekrar etme 4.2 kat, ailede sigara kullanan birey bulunması 4.3 kat, sigaranın sağlığa zarar vermeyeceğini düşünme ise 6.5 kat olumsuz etkilemektedir. Sigara kullananların %54.9' u lisede, %23.5' i ise üniversitede sigara kullanmaya başlamıştır. Öğrenciler en sık ders stresinden ve arkadaş özentiliğinden sigara kullanmaya başlamakta; %52.9' u sigarayı en fazla stresli durumlarda kullanmaktadır. %44.2' sinin sigarayı bırakma düşüncesi bulunmamaktadır. Araştırmada Fagerström nikaotin bağımlılık testi puan ortalaması 12.7±2.6' dır. Sigara kullanan öğrencilerin %92.9' unda çok ileri, %7.1' inde ise ileri düzeyde nikotin bağımlılığı bulunmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Sigara ile mücadelede önemli olanın sigaraya başlamayı engellemek olduğu gerçektir. Sağlık profesyoneli olarak hemşirelik bölüm öğrencilerinin topluma ve hastalarına örnek olmaları bakımından sigara içmemeleri gereklidir. Sigara konusunda daha fazla bilinçlendirilmesi, öğrencilerde sigara kullanmaya neden olan faktörler belirlenmesi, özellikle okullar ve sosyal aktivite alanlarını içeren eğitim programları düzenlenmesi, sigaraya başlama çağındaki bireylere ulaşabilmek için kitle haberleşme araçları daha sık kullanılmalıdır. Sigarayı bırakma niyeti bulunanlara sigarasız yaşam biçiminin olumlu yönlerini vurgulayan bir yaklaşım gösterilmelidir. Ayrıca, hemşirelerin aile ilişkilerini arttırıcı rehberlik programları düzenlenmeleri, sigarayı önleme/bıraktırma konusunda eğitim danışmanlık hizmeti sunmaları önerilmektedir

KAYNAKLAR

1. Altıntaş Ö. (2002). Hemşirelerde sigara içmeyi etkileyen faktörlerin incelenmesi [Tez]. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
2. Yıldırım Ç, Çelik P, Şakar A ve ark. (2004). Tıp Fakültesi öğrencilerinin sigaraya karşı tutumları. Solunum, 6:30-5.
3. Şahin Ü, Öztürk M, Uskun E. (2000). Üniversite öğrencilerinin sigara kullanım ve bağımlılık düzeylerini etkileyen faktörlerin irdelenmesi. Akciğer Arşivi Dergisi,1:73-9
4. Çifçi S., Bayram Değer V., Saka G., Ceylan A. (2018). Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümü Öğrencilerinde Sigara İçme Sıklığı ve Etkileyen Faktörler, Van Tıp Derg, 25(2): 89-99. DOI: 10.5505/vtd.2018.81994

SYNTHESIS OF LAURIC ACID COATED IRON OXIDE NANOPARTICLES BY CO-PRECIPITATION METHOD

Beril Ozcelik [1] and Tugba Akben [1]

[1]Department of Mechanical Engineering, Kahramanmaras Sutcu Imam University, Kahramanmaras, Turkey

ABSTRACT

Magnetic nanoparticles, which are of great interest to researchers, are used in large areas such as environmental improvement, information storage, magnetic resonance imaging, biotechnology and biomedicine. Iron oxides (Fe_3O_4, γ-Fe_2O_3), spinel structure ferrimagnets ($MgFe_2O_4$, $MnFe_2O_4$, $CoFe_2O_4$), alloys ($CoPt_3$, FePt), powder metals (Fe, Co) are various derivatives of magnetic nanoparticles.

In this study, magnetic nanoparticles were synthesized by co-precipitation method. This method is preferred because it is cost-effective, rapid and environmentally friendly. The effect of solution pH on the size and composition of the particles synthesized by this method was investigated. Therefore, the pH value of the solution was adjusted to 9, 10, 11, 13 by changing the amount of NaOH used in the solution as a catalyst. The particles were coated with lauric acid to exhibit biocompatible behavior when used in low concentrations in vitro applications. The phase structure was characterized using X-ray diffraction (XRD). Scanning Electron Microscope (SEM) was used to investigate the size and morphology of the synthesized particles.

Keywords: Biocompatible, Co-precipitation, Lauric acid, Magnetic nanoparticles

1. INTRODUCTION

Magnetic nanoparticles are interesting materials for researchers, scientists and engineers because of their unique properties. They are used in various fields such as optics [1], electronics [1], chemical and mechanical. In addition, since they are non-toxic and biocompatible, they are used in biotechnology and biomedicine. Especially, superparamagnetic particles are used for magnetic separation in biotechnology. They are magnetized when the external magnetic field is applied and can be redispersed when the magnetic field is removed. The synthesis of magnetic nanoparticles was carried out by co-precipitation [2], hydrothermal synthesis [3], thermal decomposition [4], sol-gel [5], microemulsion [6] and colloidal chemistry [7]. The co-precipitation method is cost-effective, less time-consuming and easily scalable for industrial applications. In addition, it is an environmentally friendly method that prevents the use of high reaction temperature and pressure, hazardous solvents and reagents [8]. However, control of particle size and magnetic properties by co-precipitation is still limited. During the co-precipitation method, several elements are involved in the reaction. Therefore, the process and parameters must be carefully checked to obtain the desired size, shape and composition.

In this study, magnetic nanoparticles were synthesized by co-precipitation method at room temperature. The pH of the solution was adjusted by changing the amount of NaOH used as the catalyst. Magnetic nanoparticles are coated with lauric acid. Because lauric acid coated magnetic nanoparticles present themselves as biocompatible when used in low concentrations in vitro applications [9].

2. EXPERIMENTAL PROCEDURES

The chemicals, $FeCl_3.6H_2O$, $FeCl_2.4H_2O$, NaOH and $C_{12}H_{24}O_2$ (lauric acid), were purchased from E-Merck and used without purification. Iron salts, $FeCl_2.4H_2O$ and $FeCl_3.6H_2O$, were dissolved in distilled water with molar ratio of 0.5 and various NaOH concentrations were added to the solution to give various pH values. The final pH of the solution was adjusted to 9, 10, 11 and 13 by adding NaOH solution and the solution color changed from orange to black rapidly. In all experiments MS 3040 mechanical stirrer was used at certain speed and time.

For the coating of the magnetic nanoparticles, a mass of lauric acid to particle ratio of 1.2 was dissolved in distilled water and added in the solution. Then solution heated to 70 ^oC on the hot plate and kept under stirring. After lauric acid coating, the coated nanoparticles were thoroughly washed with distilled water at least five times to remove chloride ions and excess coating agent. Finally, the particles were washed with ethanol in the ultrasonic bath and dried in the oven at 70^oC.

The phases of the particles were determined via XRD analysis using a Panalytical X'pert Powder type PW3040 diffractometer operated with Cu-Kα radiation (λ=0.154 nm) produced at 40 kV and 35 mA. Scanning was performed at diffraction angles (2θ) between 20° and 70° in increments of 0.01 for 1 s. The diffraction signal intensity was monitored throughout the scan and was processed using the X'Pert High Score Plus 2.2b software. The surface morphology of the synthesized particles was investigated using a Scanning Electron Microscope (Zeiss EVO/LS10). Before SEM imaging, samples were diluted in ethanol (C_2H_5OH) and gold plated.

3. RESULTS and DISCUSSION

The XRD pattern of the particles prepared from iron salt solutions with pH of 9, 10, 11 and 13 are presented in Fig. 1. Particles show magnetic properties but the XRD peaks which do not match to magnetite characteristic peaks, belong to iron oxide. The dried particles can be calcined above 800 ^oC to produce a thermodynamically stable form of material.

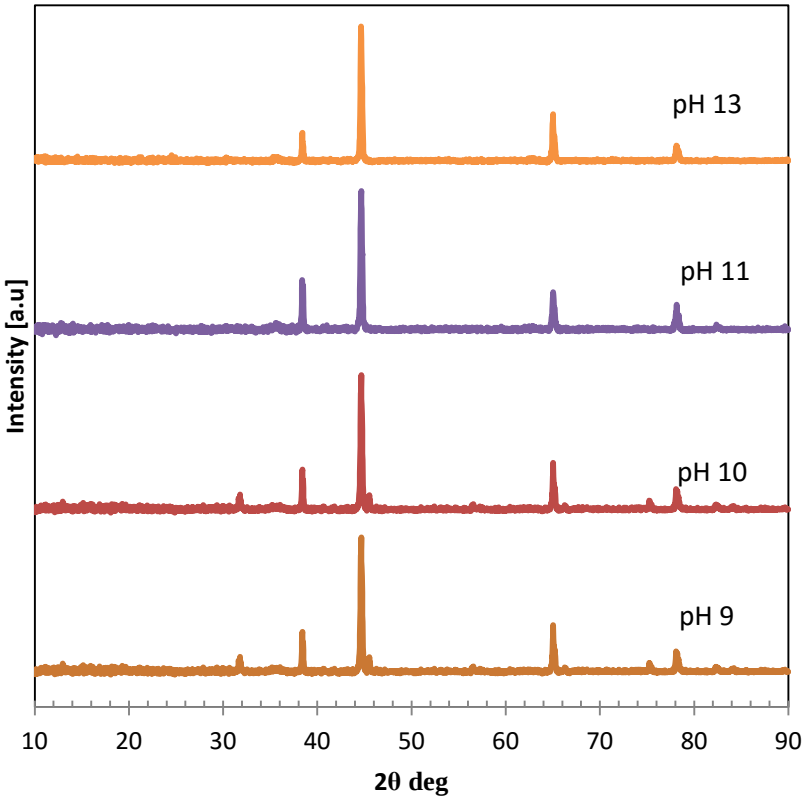


Fig. 1. XRD patterns of the particles synthesized from solutions of pH 9, pH 10, pH 11, pH 13

SEM images of particles were synthesized from different pH value solutions are shown in Fig. 2. Particles were regular and spherical shaped with nano meter size.

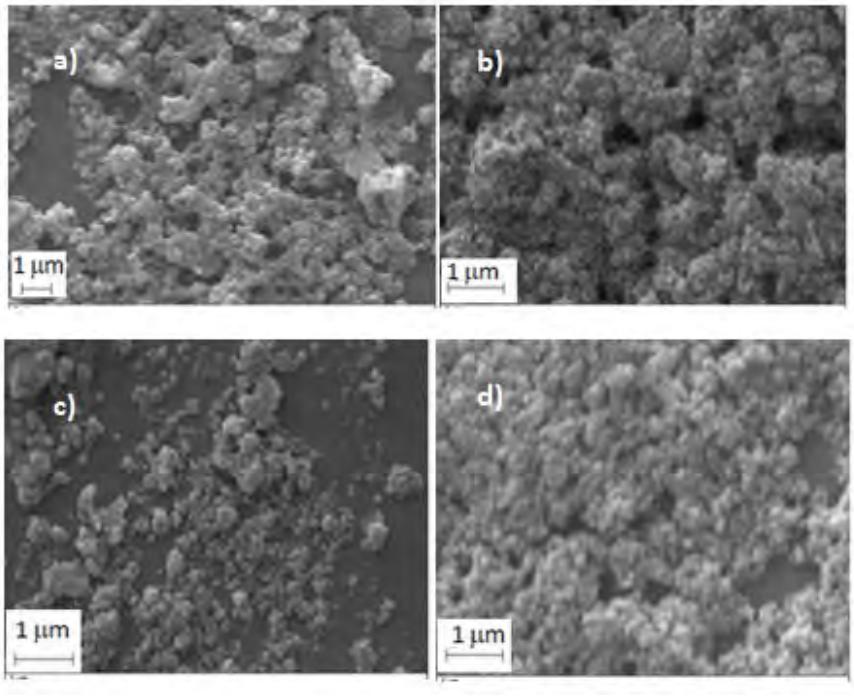


Fig. 2. SEM images of magnetic particles synthesized from solutions of a) pH 9, b) pH 10, c) pH 11, d) pH 13

4. REFERENCES

[1] G. Gnanaprakash, John Philip, T. Jayakumar, Baldev Raj. Effect of Digestion Time and Alkali Addition Rate on Physical Properties of Magnetite Nanoparticles. J. Phys. Chem. B., 111 (28) (2007), 978-7986.

[2] B.R. Galindo, A.O. Valenzuela, L.A. Gracia-Cerda, R.O. Fernandez, M.J. Aquino, G. Ramos, *et al.* Synthesis and magneto-structural study of $Co_xFe_{3-x}O_4$nanoparticles. J. Magn. Magn. Mater, 294 (2005), 33-36.

[3] V. Sreeja, P.A. Joy. Microwave-hydrothermal synthesis of γ-Fe_2O_3 nanoparticles and their magnetic properties. Mater Res Bull, 42 (8) (2007), 1570-1576.

[4] W. Zhou, K. Tang, S. Zeng, Y. Qi. Room temperature synthesis of rod-like $FeC_2O_4 \cdot 2H_2O$ and its transition to maghemite, magnetite and hematite nanorods through controlled thermal decomposition. Nanotechnology, 19 (6) (2008), 065602.

[5] M.M. Sagrario, L.A. Gracia-Cerda, T.J.R. Lubian. Preparation and characterization of cobalt ferrite by the polymerized complex method. Mater Lett, 59 (2005), 1056-2060.

[6] Z.L. Liu, X. Wang, K.L. Yao, G.H. Du, Q.H. Lu, Z.H. Ding, *et al.* Synthesis of magnetite nanoparticles in W/O microemulsion. J Mater Sci, 39 (2004), 2633.

[7] P.D. Cozzoli, E. Snoeck, M.A. Garcia, C. Giannini, A. Guagliardi, A. Cervellino, *et al.* Colloidal synthesis and characterization of tetrapod-shaped magnetic nanocrystals. Nano Lett 6 (9) (2006), 1966-1972.

[8] C. Pereira, A. M. Pereira, C. Fernandes, M. Rocha, R. Mendes, M. P. Fernández-García, A. Guedes, P. B. Tavares, J.M. Grenèche, J. P. Araújo, C. Freire. Superparamagnetic MFe_2O_4 (M = Fe, Co, Mn) Nanoparticles: Tuning the Particle Size and Magnetic Properties through a Novel One-Step Coprecipitation Route. Chem. Mater, 24 (2012), 1496-1497.

[9] J.B. Mamani, A.J. Costa-Filho, D.R. Cornejo, E.D. Vieira, L.F. Gamarra. Synthesis and characterization of magnetite nanoparticles coated with lauric acid. (2013), 29.

Co-W-B katalizörü varlığında dolaylı sodyumborhidrür ileçalıştırılan polimer elektrolit membran yakıt hücresinin polarizasyonu

Arzu Ekinci[1], Ömer Şahin[2], Sabit HOROZ[3]

[1] Siirt Üniversitesi Siirt Sağlık Yüksekokulu İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

[2] Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü

[3] Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Özet

Temel olarak, bir yakıt hücresi doğrudan yakıt ve oksidan gaz moleküllerinde depolanan kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren bir cihazdır. Proton Değişim Membran Yakıt Hücreleri (PEMFC'ler) veya Polimer Elektrolit Yakıt Hücreleri (PEFC'ler), 50 ila 90 ° C arasında çalışabilen düşük sıcaklıklı yakıt hücreleridir. Bunlar, elektrot olarak yüksek yüzey alanlı karbon siyahı parçacıkları üzerinde desteklenen elektrolit ve platin gibi, proton iletken ince bir polimer membranın kullanılması ile karakterize edilmektedir. Tüm elektrikli cihazlara benzer şekilde, bir yakıt hücresinin çıkış gücü, voltajla çarpılan akıma eşittir. Akım, hidrojen ve oksijen içeren reaktantlar arasındaki reaksiyon alanını artırarak teorik olarak süresiz olabilirken, anot ve katot arasındaki potansiyel fark, termodinamik olarak 1 V'den fazladır. Ancak, yük altında, tek bir yakıt hücresinin gerçek voltajı 0,6-0,7 V aralığındadır.Ticari hidrojen üretimi olan doğal gazın buharla yeniden şekillendirilmesi CO ve CO2 gazlarını serbest bırakır ve bunlar çok düşük konsantrasyonda bile PEM yakıt pilini kirletir.Yakıt hücrelerinde kullanım için hidrojen, bor-hidridlerden verimli ve ucuz bir şekilde üretilebilir.

Bu çalışmada, Pt/C destekli tek hücreli PEM yakıt hücresi dizaynı yapıldı. 50 C sabit nemlendirme sıcaklığında, sodyum borhidrürden farklı miktarlarda Co-W-B katalizörü varlığında üretilen hidrojen gazı ve farklı çalışma sıcaklıklarının tek hücreli PEM yakıt pili hücresinin üzerine etkisi incelendi. Farklı yakıt hücresi sıcaklıklarında ve farklı katalizör miktarlarında polarizasyon eğrileri elde edildi. Çalışma da, deneylerin sonucunda elde edilen veriler sonucunda ideal voltaja göre verim %88 ve güce göre verim ise %55 olarak hesaplandı.

Anahtar Sözcükler:PEM, yakıt pili, anot, katot, membran

Polarization of polymer electrolyte membrane fuel cell driven by indirect sodium borohydride in the presence of Co-W-B catalyst

Abstract

Basically, a fuel cell is a device that directly converts the chemical energy stored in the fuel and oxidant gas molecules into electrical energy. Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFCs) or Polymer Electrolyte Fuel Cells (PEFCs) are low temperature fuel cells that can operate at 50-90 °C. They are characterized by the use of a proton conductive thin polymer membrane such as electrolyte and platinum supported on high surface area carbon black particles as electrodes. Similar to all electrical devices, the output power of a fuel cell is equal to the current multiplied by voltage.The current may theoretically be indefinite by increasing the reaction area between hydrogen and oxygen-containing reactants, while the potential difference between anode and cathode is thermodynamically greater than 1 V. However, under load, the actual voltage of a single fuel cell is in the range of 0.6 - 0.7V. Steam reforming of natural gas, which is a commercial hydrogen production, releases CO and CO_2 gases and contaminates the PEM fuel cell even at very low concentrations.For use in fuel cells, hydrogen can be produced efficiently and inexpensively from borohydrides.

In this study, Pt / C supported single cell PEM fuel cell design was performed. The effect of hydrogen gas produced in the presence of Co-W-B catalyst in different amounts from sodium borohydride at 50 C constant humidification temperature and the effect of different operating temperatures on the single-cell PEM fuel cell cell were investigated. Polarization curves were obtained at different fuel cell temperatures and different catalyst amounts. As a result of the data obtained from the experiments, the efficiency according to the ideal voltage was calculated as 88% and the efficiency according to the power as 55%.

Keywords: PEM, fuel cell, anode, cathode, membrane

1.Giriş

Polimer Elektrolit Yakıt Hücrelerini (PEM) geliştirilmesi, güçlü bir şekilde membranların geçmişi ile ilgilidir. Polimer Elektrolit Yakıt Hücreleri (PEM), 50 °C ile 90 °C arasında çalışabilen düşük sıcaklıklı yakıt hücreleridir[1-3]. Bunlar, elektrot olarak yüksek yüzey alanlı karbon siyahı parçacıkları üzerinde desteklenen elektrolit ve platin gibi, proton iletken ince bir polimer membranın kullanılması ile karakterize edilmektedir. PEM yakıt hücresi membran-elektrot düzeneği içinde, hidrojen molekülleri (ya saf ya da reforme olan hidrojen kaynağından), akış kanalları boyunca anod tarafında beslenir (1). Katot tarafında akış kanalları yoluyla sağlanan oksijen (çoğunlukla hava), daha sonra su (2) üretmek için katalizör üzerindeki protonlarla reaksiyona girer. Genel olarak, reaksiyon su moleküllerini oluşturmak için oksijen ve hidrojenin elektrokimyasal birleşimidir[4-6].

$$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^- \quad \text{(Anot)} \quad (1)$$

$$\tfrac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O \quad \text{(Katot)} \quad (2)$$

Hem anodik hem de katodik reaksiyonlar platinyumla katalize edilebilir. PEM yakıt pili sisteminde reaksiyon ekzotermiktir.

Katot reaksiyonunu hızlandırmak için kullanılan oksijen indirgeme katalizörleri, mevcut son teknoloji PEM'ler de platin siyahından karbon siyahı destekli platine dönüşmüştür. Anotta, karbon destekli Pt veya Pt bazlı alaşımlar, yakıt olarak saf hidrojen veya yenilenmiş gazın kullanılmasına bağlı olarak kullanılabilir. Pt / C katalizörleri, Pt siyahından daha yüksek aktif yüzey alanına sahiptir ve% 10'dan% 50'ye kadar platin içeren yüklemelerde mevcuttur. Mevcut teknoloji ile, 0.5 W / cm² ve daha fazla güç yoğunlukları, tek bir hücre için 0,7 V'de elde edilir[6-10]. Bir PEM ünitesinin net verimliliği genellikle% 40 ila% 60 arasındadır. Hidrojen protonları ile elektronların katotta oksijen akışı ile birleşmesiyle su oluşurken, atık ısı ve elektrik enerjisi açığa çıkar.

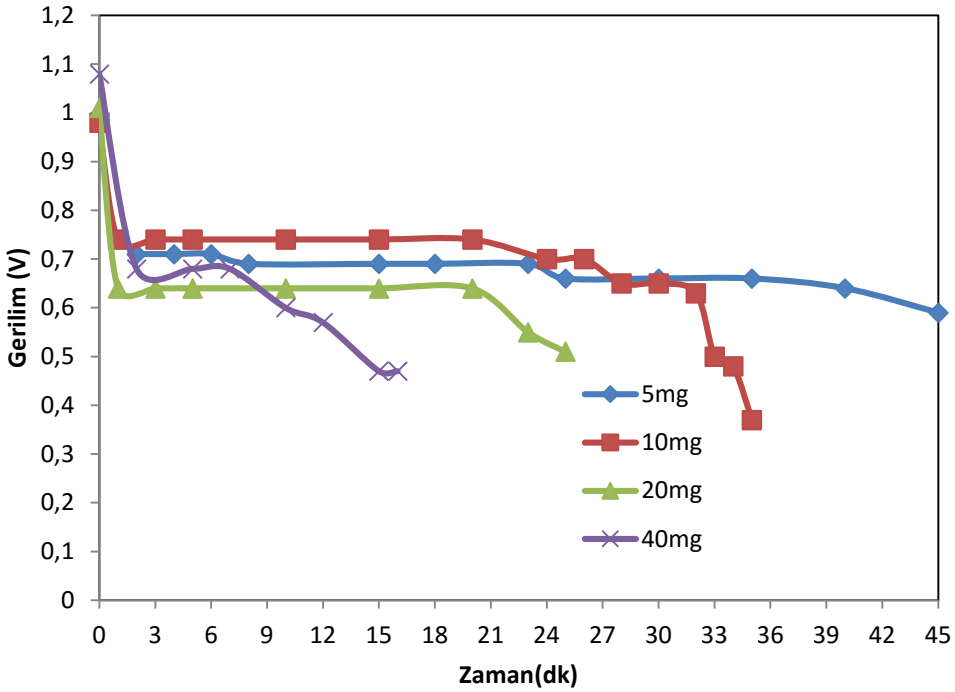
2. Materyal ve Metot

Kullanılan karbon destekli, yüksek yüzey alanına sahip Pt/C katalizörünün mürekkep haline getirilip, membran elektrot yapısındaki (MEA) elektrotların en etkin şekilde üretiminde kullanılmasıdır. Standart 5:2 (katalizör/Nafion) oranı kullanıldı. Pt/C katalizörü de Nafion çözeltisinin bulunduğu behere eklenir. En az 1 saat karıştırılır. Bu karşım fırça yardımı ile karbon kumaş yüzeyine sürdürülür ve 1 saat kurutmaya bırakılır. Membran elektrot atacı (MEA); Nafion membranın, anot ve katot kısımlarında kullanılmak üzere hazırlanan iki gaz

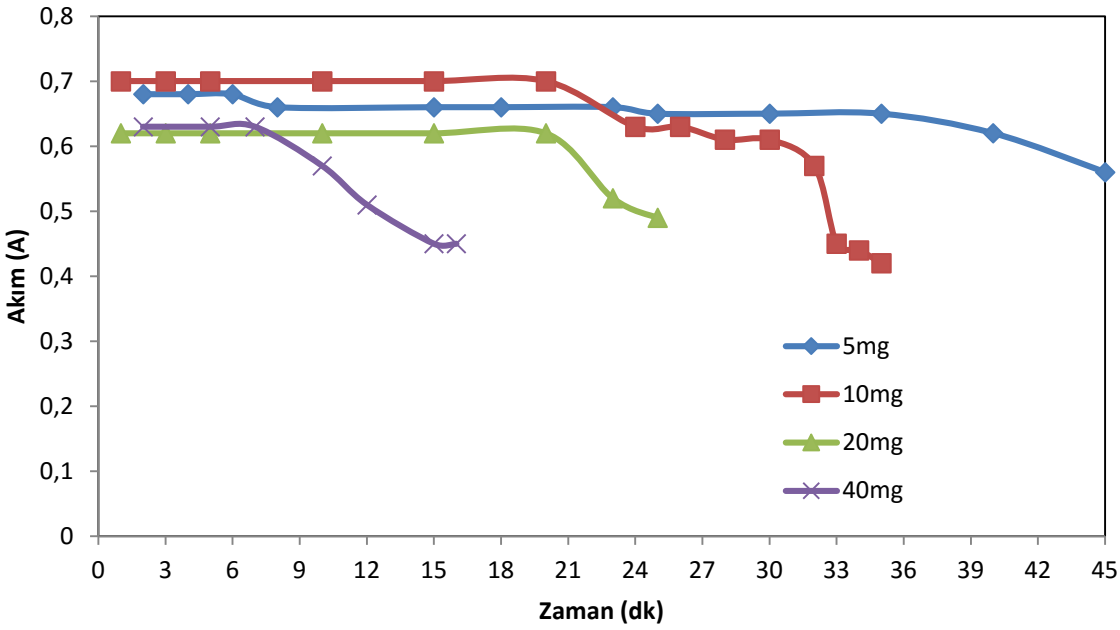
difüzyon tabakasının arasına konularak, sıcak baskı yöntemiyle 132°C'de ve 75 kg/cm2 basınç altında, 60 saniye süre boyunca gerçekleştirilir.

3. Tartışma ve Sonuç

Co-W-B katalizörünün sodyum borhidrür ortamında indirgenmesiyle üretilen hidrojen gazı tasarlanan Pt/C katalizör destekli tek hücreli PEM yakıt pili hücresinin anot kısmında enerji üretmek için kullanılmıştır. Yakıt pilinin katot kısmı ise hava ile beslendi. Sabit 50 ^{o}C nemlendirme sıcaklığında, farklı yakıt pili çalışma sıcaklığı ve sodyum borhidrürün hidrolizinde kullanılan Co-W-B katalizör için farklı katalizör miktarları ile deneyler yapılmıştır. Çalışmalar da 10 mL çözelti içerisinde %2.5 $NaBH_4$ ve %2.5 NaOH kullanıldı. Deney aşamasında sıcaklık ve katalizör miktarı parametreleri değiştirilerek ölçümler yapıldı Farklı katalizör miktarı kullanılarak PEM yakıt pilinin çalışma gerilimi ve akımın zamanla nasıl değiştiği aşağıda şekil 1 ve şekil 2 de gösterilmiştir.



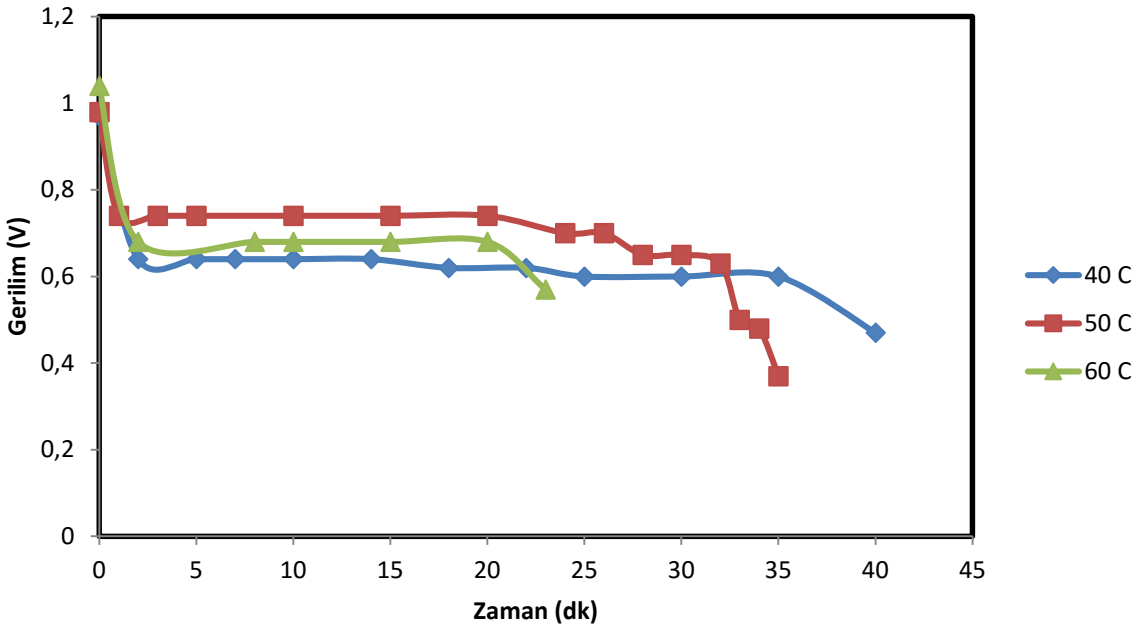
Şekil 1. Gerilimin zamanla değişim grafiği



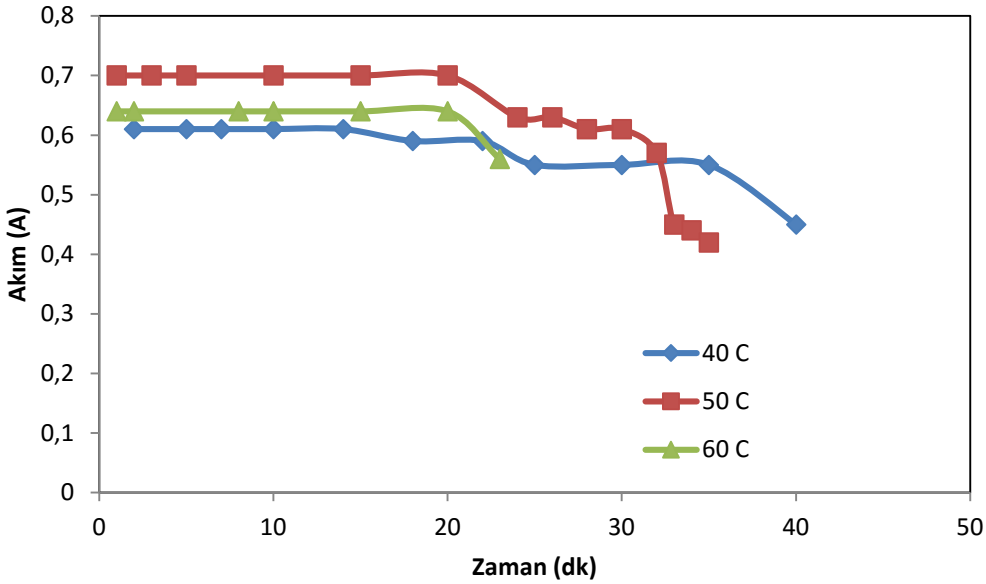
Şekil 2. Akımın zamanla değişim grafiği

Grafikleri incelediğimizde, 5mg katalizör miktarında ölçülen gerilim ve akım değerleri diğerler katalizör miktarlarından daha yüksektir. Sodyum borhidrürün 5 mg Co-W-B katalizörü ile hidrolizinden üretilen hidrojenin PEM yakıt pilini çalıştırması 45 dakika ile diğer katalizörlere göre daha uzun sürmüştür.

Farklı sıcaklıklarda yakıt pili uygulamasında, ölçülen gerilim-akım değerlerinin zamanla değişim grafikleri aşağıda şekil 3 ve şekil 4 de gösterilmiştir.

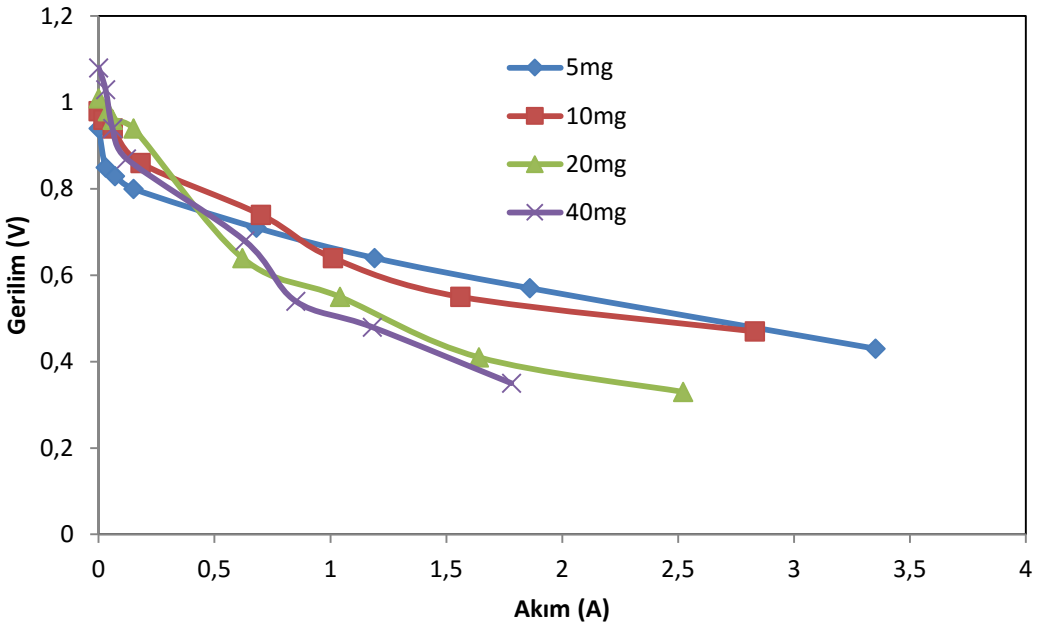


Şekil 3. Farklı sıcaklık değerlerinde zamana karşı gerilim grafiği



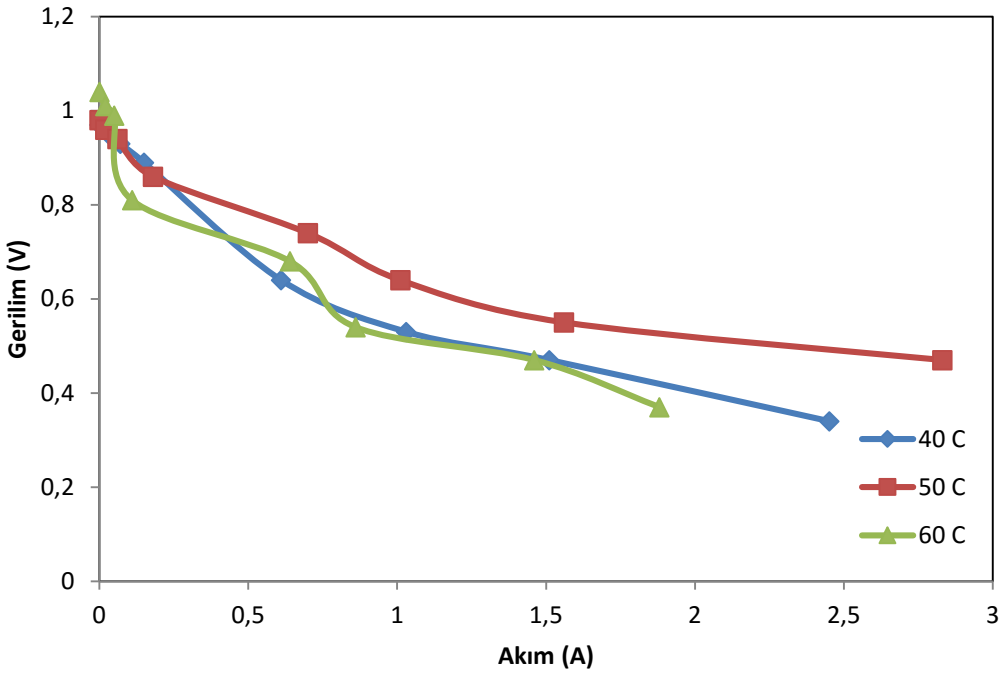
Şekil 4. Farklı sıcaklık değerlerinde zamana karşı akım grafiği

Grafikler incelendiğinde PEM yakıt pilinin 50 ^{o}C deki performansı ile ilgili daha iyi sonuçlar verildiği görülmektedir. 50 ^{o}C de farklı katalizör miktarlarında ölçülen akım ve gerilim değerlerinden elde edilen verilerle oluşturulan akıma karşı gerilim grafiği aşağıda şekil 5 de sunulmuştur.



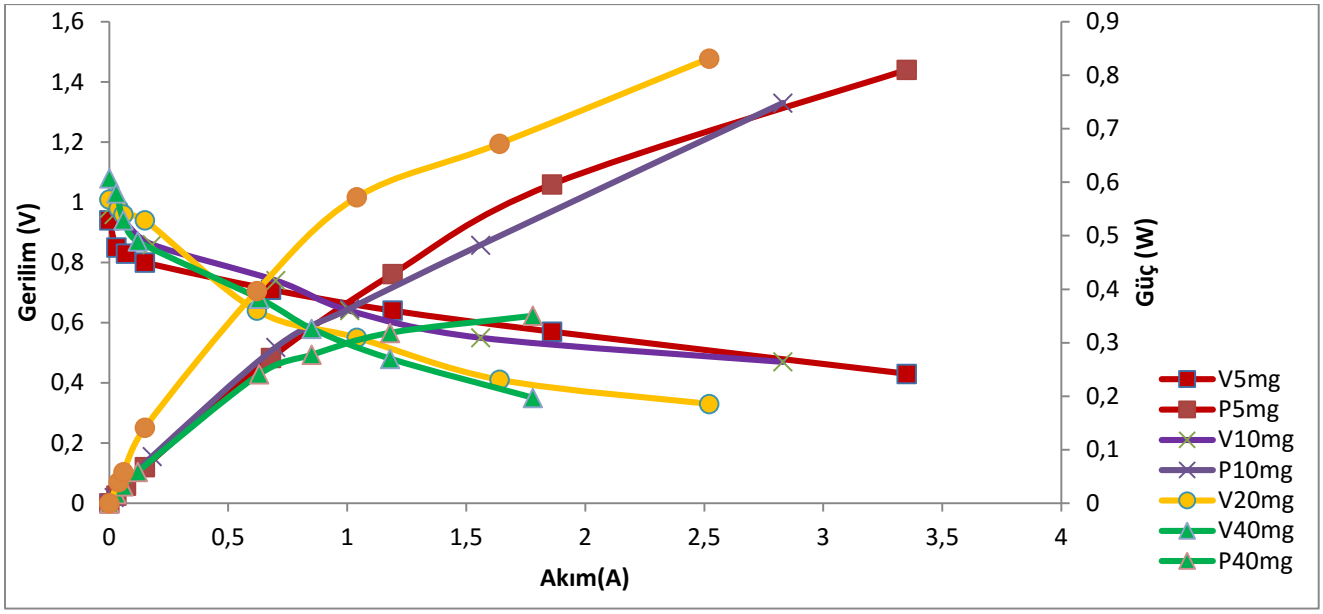
Şekil 5. Farklı katalizör miktarlarında akıma karşı gerilim grafiği

Grafiği incelediğimizde ene iyi gerilim değeri 40 mg katalizör kullanılarak ölçülmüş iken, en iyi akım değeri 5mg katalizör kullanımında ölçülmüştür.Farklı sıcaklıklarda 10 mg katalizör kullanılarak ölçülen akım ve gerilim değerlerinden elde edilen verilerle oluşturulan akıma karşı gerilim grafiği ise aşağıda şekil 6 da sunulmuştur.

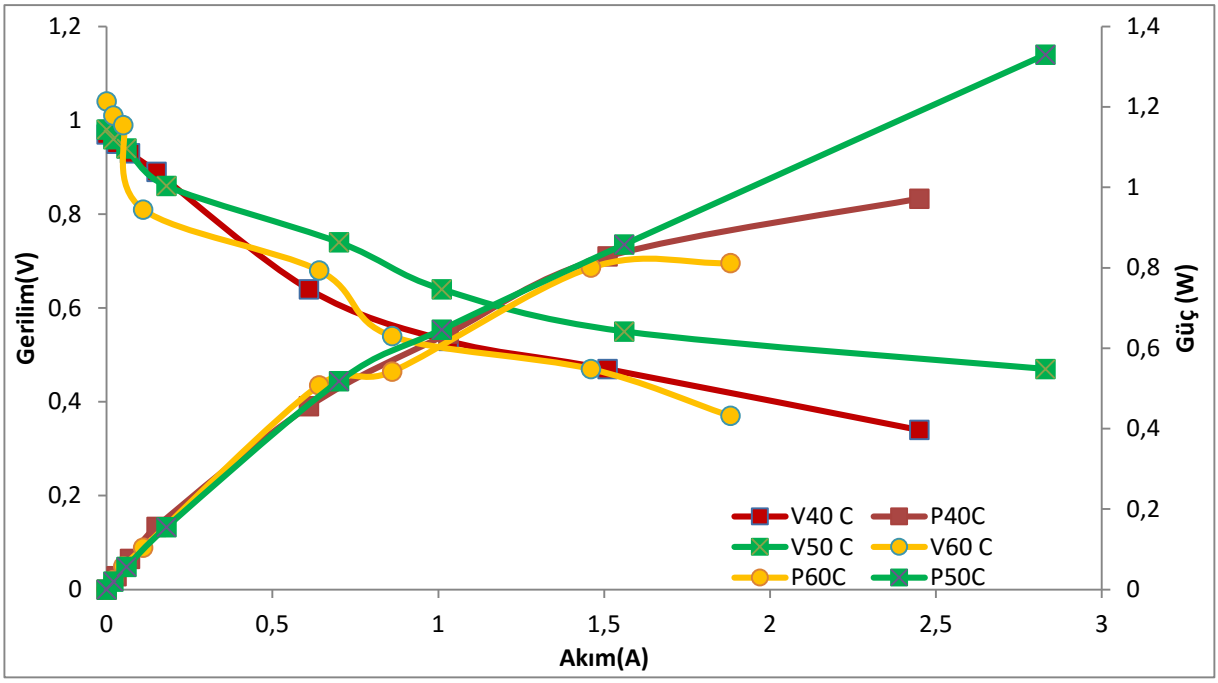


Şekil 6. Farklı sıcaklık değerlerinde akıma karşı gerilim grafiği

Grafik incelendiğinde en iyi gerilim ve akım değerlerinin 50 ºC de ölçüldüğünü görmekteyiz.Farklı sıcaklık ve farklı miktarlarda katalizör kullanılarak ölçülen akım-geriliim değerlerinden yola çıkılarak sabit yük altında yakıt pilinin güç değerleri ve verimi hesaplanmıştır. Akım-gerilim-güç eğrileri farklı değerlerde sıcaklık ve katalizör miktarları için aşağıda şekil 7 ve şekil 8 de sunulmuştur.



Şekil 7. Farklı miktarlarda katalizör kullanılarak oluşturulan akım-gerilim-güç grafiği



Şekil 8. Farklı sıcaklıklarda oluşturulan akım-gerilim-güç grafiği

Grafikler incelendiğinde, artan sıcaklıkla ideal voltaja ve güce göre hücre veriminin arttığı gözlenmiştir. Ancak, PEM yakıt pili sıcaklığı 50 ^{o}C de çalıştırıldığında hem güce göre hem de ideal voltaja göre hesaplanan yakıt pili verim değeri diğer sıcaklıklara göre daha yüksek çıkmıştır.

4. Sonuç

Bu çalışmada parametrik çalışmalara geçilmeden önce yakıt pillerinin üretimi, modifiye edilmesi ve aynı zamanda parametrik çalışma için düzeneğin kurulması sağlanmıştır. Deney düzeneğinin tamamlanmasından sonra da yakıt pili performans çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışmadaki tüm deneyler PEM yakıt pili sisteminin sıcaklığı 50 ^{o}C de ve 10 ohm'luk bir yük kullanılarak çalışılmıştır. Gerilim-Akım-Güç eğrisi gösterilmiştir. Grafiği incelersek; yakıt hücresinden elde edilen maksimum güç değeri 0.7 watt olarak görülmektedir. İdeal voltaja göre elde edilen verim %88 iken, güce bağlı elde edilen verim ise %55 olarak hesaplanmıştır. Ticari hidrojen gazı kullanılarak yapılan ölçümlerden elde edilen veriler değerlendirildiğinde Pt/C destekli tek hücreli PEM yakıt pili ile ilgili literatürlerde verilen değerler ile uyumlu çıkmıştır. Literatürde teorik olarak açık devre geriliminin 1.23 volt olduğu, deneysel olarak ise bu değerin 0.5 volt ile 0.9 volt aralığında değişebileceği

belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmalarda ticari olarak kullanmış olduğumuz hidrojen gazı ile üretilen enerjinin tek hücreli PEM yakıt pilinde ölçülen açık devre gerilimi 1.1 volt'tur. Bu değerler, üretmiş olduğumuz MEA'nın kullanıldığı tek hücreli PEM yakıt pili tasarımı konusunda başarılı bir çalışma yaptığımızı göstermektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmadaki deney verilerinden elde edilen grafikler ile ideal şartlarda bir PEM yakıt pili deneyinde olması gereken grafik verilerini karşılaştırdığımızda şekillerin uyumlu olduğu görülmüştür.

Teşekkür

Yazarlar finansal destek için BAP (proje numarası 109M637) teşekkür ederler.

5. Referanslar

1. Xiaochen, Y., Biao, Z., Andrzej, S.,(2005). Water and thermal management forBallard PEM fuel cell stack, Journal Power Sources, 147, 2, 184.
2. Bauen, D.H., (2000). Assessment of the environmental benefits of transport and stationary fuel cells, Journal Power Sources, 86, 2, 482.
3. Moises, B. R., Araceli, R. P., Antonio, R. M., Belen, T. P., Roberto, G.V.,(2009). Effect of a Rigid Gas Diffusion Media Applied as Distributor of Reagents in a PEMFC in Operation, Part I: Dry Gases. International Journal of. Electrocheical Science, 4, 1754.
4. Rongzhong, J., Deryn, C., (2001). Voltage–time behavior of a polymer electrolyte membrane fuel cell stack at constant current discharge, Journal Power Sources, 92, 1, 193.
5. Moises, B. R., Araceli, R. P., Andres, R. C., J. Antonio, R. M., Omar, S. F., Antonio, G. G., Ignacio, C. V., (2007). Study of the Flow Fluids and Design Engineering Under PEM Fuel Cell Working Conditions, International Journal of. Electrocheical Science, 2, 820.
6. Barbir F., "PEM fuel cells: Theory and practice", Elsevier Academic Pres, USA, 2005.
7. Ehsani, M., Gao Y., Emadi A. 2010. Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles Fundamentals, Theory and Design, ISBN: 978-1-4200-5398, CRC Press, USA
8. Larminie, J., Dicks, A. 2003. Fuel Cell Systems Explained, ISBN: 0-470-84857-X, Wiley Press, UK.

9. Spiegel, C. 2008. “Mathematical Modeling of Polymer Exchange Membrane Fuel Cells,” Doktora Tezi, University of South Florida, Florida, USA.
10. Eg, Services G., Fuel cell handbook [electronic resource] / EG&G Technical Services, Inc. Morgantown, WV :, U.S. Dept. of Energy, Office of Fossil Energy, National Energy Technology Laboratory, 2004.
11. Larminie J., Dicks A., Fuel cell systems explained. Wiley, 2000.

H_2S ortamında kalsine edilen Ni katkılı ZnS nanoparçacıkların karaterizasyonu

Arzu Ekinci[1], Ömer Şahin[2], Sabit HOROZ[3]

[1]Siirt Üniversitesi Siirt Sağlık Yüksekokulu İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

[2] Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü

[3] Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Özet

Son yıllarda, nanokristal yarı iletkenlerin özellikleri üzerine birçok araştırmalar yapılmıştır. Kuantum boyutu ve yüzey etkileri nedeniyle nanoparçacıklar, birçok önemli teknolojik uygulamada optik, elektronik, manyetik, kimyasal ve yapısal özellikler gösterebilir. Nanoparçacıkların, bu özellikleri ve uygulamaları büyük ölçüde boyutlarına ve morfolojilerine bağlıdır. Özellikle, sülfit filmlerin bir reaktif madde olarak H2S ile yüksek sıcaklıklarda kalsine edilmeleri yarıiletken malzemelerin yapılarında değime yol açmaktadır. Son zamanlarda, Ni katkılı ZnS nanokristalleri (ZnS: Ni), kuantum hapsi ve ışıldama veriminin neden olduğu benzersiz fiziksel özellikler nedeniyle çok dikkat çekmiştir

Bu çalışmada, ardışık iyonik tabaka adsorpsiyon ve reaksiyonu (SILAR) yöntemi kullanılarak oda sıcaklığında sentezlenen ve farklı sıcaklıklarda 1 saat süreyle H_2S gazında kalsine edilenNi-katkılı ZnS nanopartiküllerinin (NPs) karakterizasyon çalışması yapılmıştır.

Anahatar Kelimeler: Nanoparçacık, karakterizasyon, sentezleme, katkılama

Characterization of Ni doped ZnS nanoparticles calcined in H_2S medium

Abstract

In recent years, many researches have been done on the properties of nanocrystalline semiconductors. Because of their quantum size and surface effects, nanoparticles can exhibit optical, electronic, magnetic, chemical and structural properties in many important technological applications.These properties and applications of nanoparticles depend largely on their size and morphology. In particular, the calcination of sulfide films with H_2S as a reagent at high temperatures leads to a change in the structure of semiconductor materials.

Recently, Ni-doped ZnS nanocrystals (ZnS:Ni) have attracted much attention due to the unique physical properties caused by quantum confinement and luminescence efficiency.

In this study, characterization study of Ni-doped ZnS nanoparticles synthesized at room temperature by using successive ionic layer adsorption and reaction(SILAR) method and calcined in H_2S gas for 1 hour at different temperatures were carried out.

Keywords: Nanoparticles, characterization, synthesis, doping

Giriş

Son yıllarda, nanokristal yarı iletkenlerin özellikleri üzerine birçok araştırmalar yapılmıştır. Kuantum boyutu ve yüzey etkileri nedeniyle nanoparçacıklar, birçok önemli teknolojik uygulamayı bulunabilen yeni optik, elektronik, manyetik, kimyasal ve yapısal özellikler gösterebilir. Nanoparçacıkların, bu özellikleri ve uygulamaları büyük ölçüde boyutlarına ve morfolojilerine bağlıdır [1,2].Bu özellikler, yarı iletken nanoyapıları, foto algılayıcılar, biyosensörler, ışık yayan ekranlar, fosforlar, ışık yayan diyotlar gibi yansıma önleyici kaplamalardan biyo elektroniklere ve ışık yayan cihazlara kadar çeşitli uygulama türleri için uygun kılar. Tüm bu malzemeler arasında ZnS, geniş bant aralığına sahip ve II.-VI. grubunda yer alan önemli bir yarı iletkendir. ZnS nanoparçacığı, buharlaşma, kimyasal buhar biriktirme, ardışık iyonik tabaka adsorpsiyon ve reaksiyon ve kimyasal banyo biriktirme gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal teknikler kullanılarak hazırlanır [3,4]. Bunların arasında, kimyasal banyo biriktirme (CBD), basit, verimli, düşük maliyetli ve büyük ölçekli kabiliyetinden dolayı uygun bir yöntemdir. Ev sahibi malzemelerin seçimi, yeni yarı iletken nanokristallerin optik ve lüminesans özelliklerinin araştırılması için önemli bir konudur. Bu katkı maddesi safsızlıkları, ana malzemenin elektronik yapısını ve geçiş olasılıklarını değiştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Uygun bir konak matrisi olarak ZnS, Mn, Cu, Fe ve Ni gibi çok çeşitli iyonlarla katkılanabilir [5-7].Bu dopantlar, ZnS konak matrisinin elektronik yapısının ve geçiş olasılıklarının geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Son zamanlarda, Ni katkılı ZnS nanokristalleri (ZnS: Ni), kuantum hapsi ve ışıldama veriminin neden olduğu benzersiz fiziksel özellikler nedeniyle çok dikkat çekmiştir [7].

Ni katkılı ZnS nanoparçacıklarında, Zn^{2+} iyonlarının kafes bölgelerinde Ni^{2+} iyonları tarafından işgal edilmesinden dolayı, nikel elektronlar ve delikler için bir tuzak bölgesi görevi

görebilir[8]. Elektronlar, ZnS değerlik bandından iletken bandına, bir fotonun bant boşluğuna eşit veya daha yüksek enerjiyle emilmesiyle uyarılabilir. Bu nedenle, görünür bölgedeki ışıldama, bu uyarılmış elektronların bazı yüzey durumlarına veya seviyelere gevşemesinin bir sonucudur. Sülfit filmlerin bir reaktif madde olarak H_2S ile yüksek sıcaklıklarda kalsine edilmeleri yarıiletken malzemelerin yapılarında değime yol açmaktadır[9].

Bu çalışmada, H_2S atmosferinde ZnS ve ZnS:Ni filmlerinin farklı sıcaklıklarda kalsine edilerek, yüzey morfolojisi, nano kristal yapı ve optik özellikleri üzerindeki etkisini incelemektir.

Materyal ve Metot

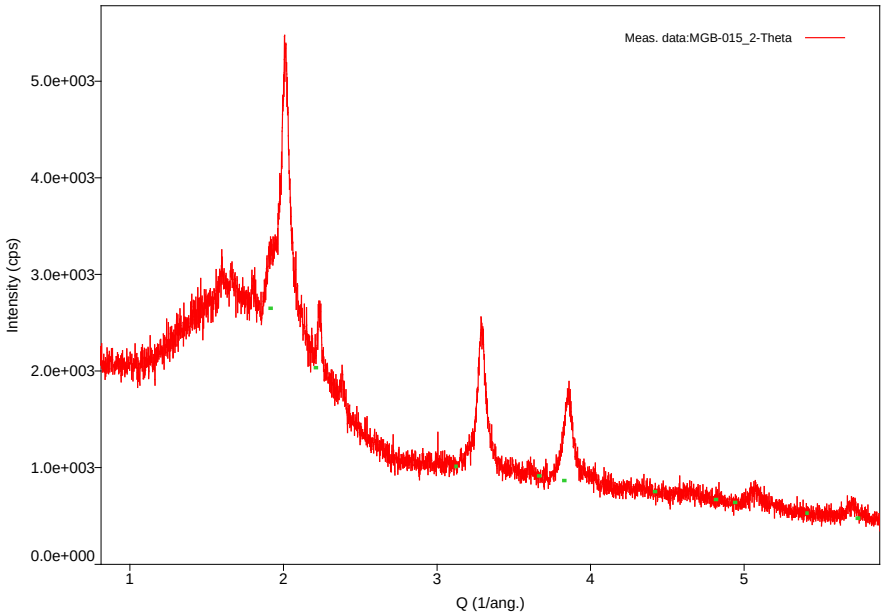
Bu çalışmada Zn, S ve Ni metallerinin iyon kaynağı olarak sırasıyla çinko asetat ($Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$), sodyum sülfür (Na_2S) ve nikel nitrat hekzahidrat $Ni(NO_3)_36H_2O$ kullanıldı.

ZnS NPs, ardışık iyonik tabaka adsorpsiyon ve reaksiyonu (SILAR) yöntemi kullanılarak sentezlenmesi için 80 mL saf su çözeltisi içinde 1.75 g çinko asetat ve 0.62 g sodyum sülfür ayrı ayrı hazırlandı. Ni katkılı ZnS NPs lerin sentezlenmesi için ise, saf su çözücüsü içerisindeki Zn çözeltisi içerisine farklı konsantrasyonlarda nikel nitrat hekzahidrat ilave edilerek her bir kademe 1 dakikalık sürede, 20 daldırma döngüsü ile deneyler yapıldı. Saf ZnS ve Ni katkılı ZnS NPs'lerin sentezlenme işlemleri oda sıcaklığında gerçekleştirildi. Daha sonra elde edilen NPs'lar 300, 400, 500 ve 600 C de H_2S ortamında kalsine edildi.

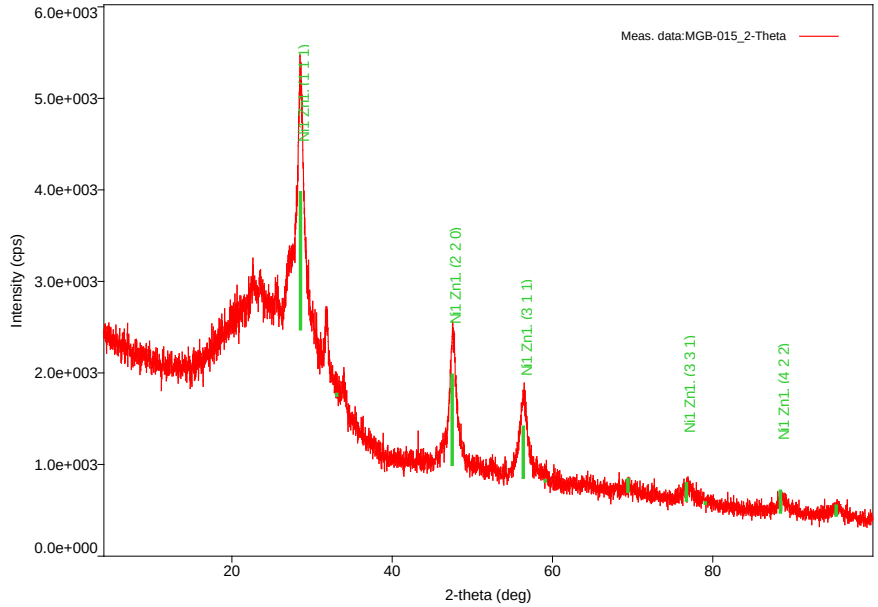
QD'lara ait yapısal, yüzeysel, optik ve fotovoltaik özellikler sırasıyla x- ray kırınımı (XRD) (Rigaku x-ray diffractometer with Cu Kα (λ= 154,059 pm) radiation), taramalı elektron mikroskobu (SEM) (JEOL JSM 5800), optic absorpsiyon (Perkin- ElmerLambda 2 spectrometer) ölçümler yapılarak karakterize edildi.

Bulgular ve Tartışma

1. XRD analizi



(a)



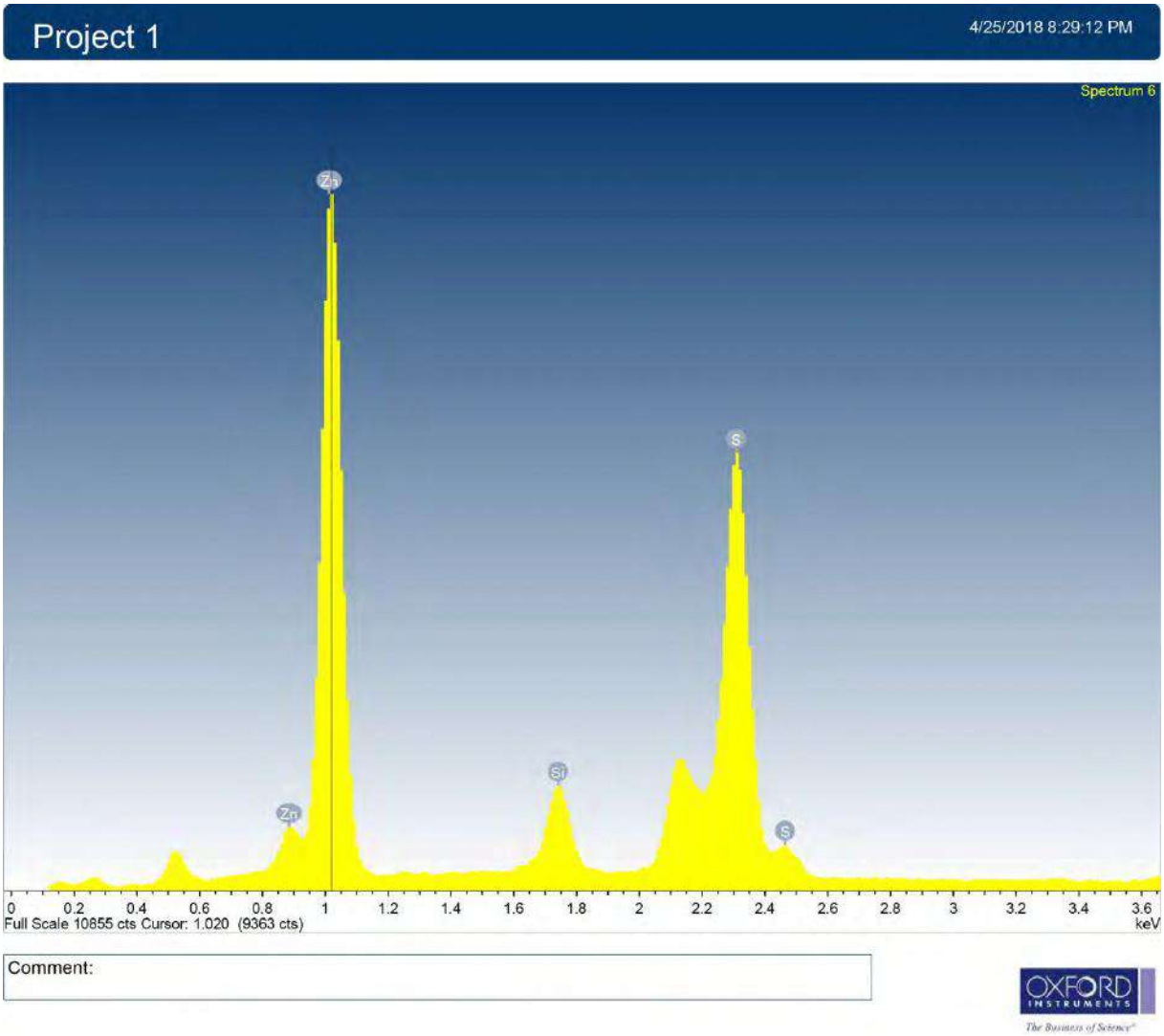
(b)

Şekil 1. (a) ZnS nanoparçacığının XRD analizi **(b)** ZnS:Ni nanoparçacığının XRD analizi

ZnS ve nikel katkılı ZnS XRD modelleri Şekil 1(a-b) de gösterilmiştir. Filmlerin bir polikristal yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Kafes düzlemleri (111), (220), (311), (331) ve (422) ile ilgilidir. Şekil'de görüldüğü gibi, filmlerin tercih edilen yönelimi (111) yönü boyuncadır. Piklerin atamaları JCPDS verileriyle karşılaştırılarak yapılır.

2. EDS analizi

EDX analizi, biriken tüm katmanlar için çinko, kükürt ve silisyum varlığını tanımladı (Şekil 2). Silikonun sinyali silikon substratından gelir. Yarıiletken malzeme de nikel yüzdesi, EDX'in tespit limitinden daha az olduğu için belirlenemedi.



Şekil 2. ZnS:Ni nanoparçacığının EDS analizi

Sonuç

Bu çalışmada, ardışık iyonik tabaka adsorpsiyon ve reaksiyonu (SILAR) yöntemi kullanılarak oda sıcaklığında ZnS ve Ni (%1)- katkılı ZnS nanoparçacıklarını sentezlendi. Üretilen ince filmler farklı sıcaklıklarda H_2S ortamında kalsine edildi. Sentezlenen ZnS ve Ni (%1)- katkılı ZnS nanoparçacıkların yapısal özellikleri sırasıyla x- ray kırınımı (XRD) ve EDS analizleri yapılarak incelendi. ZnS: Ni NPs'lerin herhangi bir safsızlık fazı olmayan kübik yapıya sahip olduğu ve kristal boyutlarının sırasıyla 2.66 ve 2.68 nm olduğu gözlenmiştir. ZnS Ni ilavesi ile kristalit boyutu artmış, enerji band aralığı düşmüştür. Sonuç olarak, uygulama açısından, Ni (%1)-katkılı ZnS nanoparçacıkların güneş pili uygulamalarında etkinliği arttıran bir faktör olarak kullanılması önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Soni, H., Chawda, M. ve Bodas, D., Study of electrical and optical properties of Mn doped ZnS clusters, **Material Letters,** 63, 30, 2669–2671, (2009).

2. Göde, F., Gümüş, C. ve Zor, M., Investigations on the physical properties of the polycrystalline ZnS thin films deposited by the chemical bath deposition method**, Journal Crystal Growth,** 299, 1, 136-141, (2007).

3. Yamaguchi, T., Yamamoto, Y., Tanaka, T. ve Yoshida, A., Investigations on the physical properties of the polycrystalline ZnS thin films deposited by the chemical bath deposition method,**Thin Solid Films,** 343, 4, 516-519, (1999).

4. Bredal, M. ve Merikhi, J., ZnS precipitation: morphology control, **Journal of Material Science**, 33, 471-476, (1998).

5. Kamat, P.V., Quantum dot solar cells. The next bigthing in photovoltaics, **Journal of Physical Chemstry Letters**, 4, 908–918, (2013).

6. Sambasivam, S., Reddy, B.K., Divya, A., Madhusudhana Rao, N., Jayasankar, C.K. ve Sreedhar, B., Optical and ESR studies on Fe doped ZnS nanocrystals, **Physics Letters A,** 373, 1465-1468, (2009).

7. Huang, C.M, Chen, L.C., Pan, G.T., Yang, C.K., Chang, W.S. ve Cheng, K.W., Effect of Ni on the growth and photoelectrochemical properties of ZnS thin films, **Materials Chemisty and Physics,** 117, 156-162, (2009).

8. J.S. King, J.R. Bakke, S.F. Bent, U.S. Patent No. 61/203210 (Application).

9. A.J.M. Bovi, J. Am. Pharm. Assoc. 45 (1956) 765.

The differential transform method for solving chemical kinetics problems

Hatıra Günerhan
Department of Mathematics, Faculty of Education, Kafkas University, Kars, Turkey

Abstract

This paper uses differential transform method to solve the approximate solutions of the linear and nonlinear kinetic problems. We applied these methods to two examples. This powerful method gives an exact solution. These examples are prepared to show the efficiency and simplicity of the method.

Keywords: the kinetic problems, differential transform method, Power series

1. Introduction

We consider the system of chemical kinetics

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -a_1x_1 + a_2x_2x_3,\\ \frac{dx_2}{dt} &= a_1x_1 - a_2x_2x_3 - a_3{x_2}^2,\\ \frac{dx_3}{dt} &= a_3{x_2}^2\end{aligned} \tag{1.1}$$

with the initial conditions

$$x_1(0) = 1, x_2(0) = 0, x_3(0) = 0 \tag{1.2}$$

where a_1, a_2 and a_3 are the reaction rates. In chemistry the chemical kinetics system is well described by nonlinear system of ordinary differential equations. Robertson introduced the system in 1966, indicating the mathematical model of a chemical kinetic problem [1, 2].

In recent years, numerous works have been focusing on the development of more advanced and efficient methods for the Homotopy perturbation method (HPM) and the Variation iteration method (VIM) [2], the picard-pade technique [3], the homotopy analysis method [4] and the Adomian's decomposition method [5] and iterative method [6]. In 1986, Zhou [7] first introduced the differential transform method (DTM) in solving linear and nonlinear initial value problems in the electrical circuit analysis. The differential transform method obtains an analytical solution in the form of a polynomial. It is different from the traditional high order Taylor's series method, which requires symbolic competition of the necessary derivatives of the data functions. The results of applying differential transformation method to the chemical kinetics problems will be presented.

2. One - Dimensional Differential Transform method

Differential transform of function $y(x)$ is defined as follows:

$$Y(k) = \frac{1}{k!}\left[\frac{d^k y(x)}{dx^k}\right]_{x=0}, \tag{2.1}$$

In equation (2.1), $y(x)$is the original function and $Y(k)$ is the transformed function, which is called the T-function. Differential inverse transform of $Y(k)$ is defined as

$$y(x) = \sum_{k=0}^{\infty} x^k Y(k), \quad (2.2)$$

From equation (2.1) and (2.2), we obtain

$$y(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!} \left[\frac{d^k y(x)}{dx^k}\right]_{x=0}, \quad (2.3)$$

Equation (2.3) implies that the concept of differential transform is derived from Taylor series expansion, but the method does not evaluate the derivatives symbolically.

However, relative derivatives are calculated by an iterative way which are described by the transformed equations of the original functions. In this study we use the lower case letter to represent the original function and upper case letter represent the transformed function.

From the definitions of equations (1.2) and (2.2), it is easily proven that the transformed functions comply with the basic mathematics operations shown in table 1.

In actual applications, the function $y(x)$ is expressed by a finite series and equation (2.2) can be written as:

$$y(x) = \sum_{k=0}^{m} x^k Y(k), \quad (2.4)$$

Equation (2.3) implies that $\sum_{k=m+1}^{\infty} x^k Y(k)$, is negligibly small. In fact, m is decided by the convergence of natural frequency in this study.

Table 1. The fundamental operations of DTM

Original function	Transformed function
$y(x) = u(x) \pm v(x)$	$Y(k) = U(k) \pm V(K)$
$y(x) = cw(x)$	$Y(k) = cW(k)$
$y(x) = dw/dx$	$Y(k) = (K+1)W(k+1)$
$y(x) = d^j w/dx^j$	$Y(k) = (K+1)(K+2)\dots(K+j)W(k+j)$
$y(x) = u(x)v(x)$	$Y(k) = \sum_{r=0}^{k} U(r)V(K-r)$

Theorem 1. if $y(x) = \exp(x)$ then $W(k) = \frac{1}{k!}$

Proof : By using equation (2.1), we have

$$W(k)=\frac{1}{k!}\frac{\partial(e^x)}{\partial x^k}\Big|_{t=0}=\frac{1}{k!}e^x\Big|_{t=0}=\frac{1}{k!},$$

Theorem 2. if $y(x)=\frac{\partial^m u(x)}{\partial x^m}$ then $Y(k)=\frac{(k+m)!}{k!}U(k+m)$.

Proof : By using equation (2.1), we have

$$Y(k)=\frac{1}{k!}\frac{\partial^k}{\partial x^k}\frac{\partial^m u(x)}{\partial x^m}\Big|_{t=0}=\frac{1}{k!}\frac{\partial^{m+k}u(x)}{\partial x^{m+k}}\Big|_{t=0}$$
$$=\frac{(k+m)!}{k!}U(k+m).$$

Theorem 3. if $y(x)=x^m$ then $Y(k)=\delta(k-m)=\begin{cases}1 & k=m\\ 0 & k\neq m\end{cases}$

Proof : By using equation (2.1), we have

$$W(k)=\frac{1}{k!}\frac{\partial(x^m)}{\partial x^k}\Big|_{t=0}$$
$$=\begin{cases}\frac{1}{k!}\frac{\partial^k(x^k)}{\partial x^k}=\frac{k!}{k!}=1 & k=m\\ \frac{1}{k!}\frac{\partial^k(x^m)}{\partial x^k}=0 & k\neq m\end{cases}$$

Theorem 4. if $w(x)=\sin(wx+\alpha)$ then $W(k)=\frac{w^k}{k!}\sin(\frac{k\pi}{2}+\alpha)$

Proof : By using equation (2.1), we have

$$k=1\quad W(1)=\frac{1}{1!}\frac{\partial\sin(wx+\alpha)}{\partial x}\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{1!}wcos(wx+\alpha)\Big|_{x=0}=\frac{1}{1!}wsin\left(\left(\frac{\pi}{2}+\alpha\right)+wx\right)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{1!}wsin\left(\frac{\pi}{2}+\alpha\right),$$
$$k=2\quad W(2)=\frac{1}{2!}\frac{\partial^2\sin(wx+\alpha)}{\partial x^2}\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{2!}w^2\cos\left(wx+\frac{\pi}{2}+\alpha\right)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{2!}w^2\sin\left(\frac{\pi}{2}+\left(\frac{\pi}{2}+\alpha\right)+wx\right)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{2!}w^2sin\left(\frac{2\pi}{2}+\alpha+wx\right)\Big|_{x=0}=\frac{1}{2!}w^2sin\left(\frac{2\pi}{2}+\alpha\right),$$

In the general form we have

$$k=n\quad W(n)=\frac{1}{k!}\frac{\partial^n\sin(wx+\alpha)}{\partial x^n}\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{n!}w^nsin(wx+\frac{n\pi}{2}+\alpha)\Big|_{x=0}=\frac{1}{n!}w^nsin\left(\frac{n\pi}{2}+\alpha\right),$$

Theorem 5. if $w(x)=\cos(wx+\alpha)$ then $W(k)=\frac{w^k}{k!}\cos(\frac{k\pi}{2}+\alpha)$

Proof : By using equation (2.1), we have

$$k=1 \quad W(1)=\frac{1}{1!}\frac{\partial \cos(wx+\alpha)}{\partial x}\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{-1}{1!}w\sin(wx+\alpha)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{1!}w\,cos(\left(\frac{\pi}{2}+\alpha\right)+wx)\Big|_{x=0}=\frac{1}{1!}w\,cos\left(\frac{\pi}{2}+\alpha\right),$$
$$k=2 \quad W(2)=\frac{1}{2!}\frac{\partial^2 \cos(wx+\alpha)}{\partial x^2}\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{-1}{2!}w^2\sin\left(wx+\frac{\pi}{2}+\alpha\right)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{2!}w^2\cos\left(\frac{\pi}{2}+\left(\frac{\pi}{2}+\alpha\right)+wx\right)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{2!}w^2cos\left(\frac{2\pi}{2}+\alpha+wx\right)\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{2!}w^2cos\left(\frac{2\pi}{2}+\alpha\right),$$

In the general form we have

$$k=n \quad W(n)=\frac{1}{k!}\frac{\partial^n \cos(wx+\alpha)}{\partial x^n}\Big|_{x=0}$$
$$=\frac{1}{n!}w^ncos(wx+\frac{n\pi}{2}+\alpha)\Big|_{x=0}=\frac{1}{n!}w^ncos\left(\frac{n\pi}{2}+\alpha\right),$$

3. Numerical Example

Example 1. We consider the system of chemical kinetics

$$\frac{dx_1}{dt}=-a_1x_1+a_2x_2x_3,$$
$$\frac{dx_2}{dt}=a_3x_1-a_4x_2x_3-a_5{x_2}^2,$$
$$\frac{dx_3}{dt}=a_6{x_2}^2 \qquad (3.1)$$

with the initial conditions

$$x_1(0)=1,\ x_2(0)=0,\ x_3(0)=0 \qquad (3.2)$$

When taking the one dimensional differential transform of (3.1), we can obtain:

$$X_1(n+1)=\frac{1}{(n+1)}[-a_1X_1(n)+a_2\sum_{r=0}^{n}X_2(r)X_3(n-r)],$$

$$X_2(n+1)=\frac{1}{(n+1)}[a_3X_1(n)-a_4\sum_{r=0}^{n}X_2(r)X_3(n-r)-a_5\sum_{r=0}^{n}X_2(r)X_2(n-r)],$$

$$X_3(n+1) = \frac{1}{(n+1)}[a_6 \sum_{r=0}^{n} X_2(r)X_2(n-r)], \quad (3.3)$$

The initial conditions can be transformed at $x_0 = 0$, as

$$X_1(0) = 1\ , X_2(0) = 0\ , X_3(0) = 0, \quad (3.4)$$

for $n = 0,1,2,\ldots,$ $X_1(n)$, $X_2(n)$, $X_3(n)$, coefficients can be calculated from equations (3.3) and (3.4)

$$X_1(1) = -a_1,\ X_2(1) = a_3,\ X_3(1) = 0,\ X_1(2) = \frac{{a_1}^2}{2},$$

$$X_2(2) = \frac{-a_3 a_1}{2}, X_3(2) = 0,\ X_1(3) = \frac{-{a_1}^3}{6},$$

$$X_2(3) = \frac{1}{3}\left(\frac{a_3(a_1)^2}{2} - a_5(a_3)^2\right),\ X_3(3) = \frac{a_6(a_3)^2}{3}, \ldots\ . \quad (3.5)$$

By using the inverse transformation rule for one dimensional in Eq. (2.4), the following solution can be obtained:

$$X_1(t) = 1 - a_1 t + \frac{{a_1}^2}{2} t^2 - \frac{{a_1}^3}{6} t^3 + \cdots,$$

$$X_2(t) = a_3 t - \frac{a_3 a_1}{2} t^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{a_3(a_1)^2}{2} - a_5(a_3)^2\right) t^3 + \cdots,$$

$$X_3(t) = \frac{a_6(a_3)^2}{3} t^3 + \cdots\ . \quad (3.6)$$

Example 2. We consider the system of chemical kinetics

$$\frac{dx_1}{dt} = -x_1,$$
$$\frac{dx_2}{dt} = x_1 - {x_2}^2,$$
$$\frac{dx_3}{dt} = {x_2}^2, \quad (3.7)$$

subject to the initial conditions

$$x_1(0) = 1, x_2(0) = 0, x_3(0) = 0 \quad (3.8)$$

When taking the one dimensional differential transform of (3.7) and (3.8), we can obtain:

$$X_1(n+1) = \frac{1}{(n+1)}[-X_1(n)],$$

$$X_2(n+1) = \frac{1}{(n+1)}[X_1(n) - \sum_{r=0}^{n} X_2(r)X_2(n-r)],$$

$$X_3(n+1) = \frac{1}{(n+1)}[\sum_{r=0}^{n} X_2(r)X_2(n-r)], \quad (3.9)$$

and

$$X_1(0) = 1\,, X_2(0) = 0\,, X_3(0) = 0, \tag{3.10}$$

For $n = 0,1,2,\ldots$, $X_1(n)$, $X_2(n)$, $X_3(n)$, coefficients can be calculated from equations (3.9) and (3.10).

$$x_1(1) = -1, x_2(1) = 1,\ x_3(1) = 0,$$

$$x_1(2) = \frac{1}{2},\ x_2(2) = \frac{-1}{2}, x_3(2) = 0,$$

$$x_1(3) = \tfrac{-1}{6}, x_2(3) = \tfrac{-1}{6},\ x_3(3) = \tfrac{1}{3}, \tag{3.11}$$

by using the inverse transformation rule for one dimensional in Eq. (2.4), the following solution can be obtained:

$$X_1(t) = 1 - t + \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{6} + \frac{t^4}{24} - \cdots,$$

$$X_2(t) = t - \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{6} + \frac{5t^4}{24} \ldots,$$

$$X_3(t) = \tfrac{t^3}{3} - \tfrac{t^4}{4} + \cdots\ . \tag{3.12}$$

5. CONCLUSION

In this study, the differential transform method is successfully expanded for the solution of chemical kinetics problems. Since the Differential Transform Method (DTM) gives rapidly converging series solutions, the differential transform method is more effective than other methods. The accuracy of the obtained solution can be improved by taking more terms in the solution.

References

[1] H. Aminikhah,"An analytical approximation to the solution of chemical kinetics system," *Journal of King Saud University-Science,* 23. 167-170. 2011.

[2] D. D. Ganji, M. Nourollahi, E. Mohseni,"Application of He's methods to nonlinear chemistry problems, " *Computers and Mathematics with Aplications*, 54. 112-1132. 2007.

[3] M. M. Khader,"On the numerical solutions for chemical kinetics system using picard-pade technique," *Journal of King Saud University-Science*, 25. 97-103. 2013.

[4] M. M. Khader,"On the numerical solutions for chemical kinetics system using picard-pade technique," Journal of King Saud University-Science, 25. 97-103. 2013.

[5] T. Eckes, *The Developmental Social Psychology of Gender*, Lawrence Erlbaum, 2000. [E-book] Available: netLibrary e-book.

[6] M. A. AL-Jawary, R. K.Raham,"Numerical solution for chemical kinetics system by using efficient iterative method," *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, 1. 367-375. 2016.

[7] J. K. Zhou, *Huazhong University Press,* Wuhan, China, 1986.

SAĞLIKTA ENDÜSTRİ 4.0 VE UYGULAMALARI

Şeyda GÜR[1], Tamer EREN[2*]

[1]Harran Üniversitesi Şanlıurfa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 63000, Şanlıurfa, Türkiye

[2]Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450, Kırıkkale, Türkiye

ÖZET

Dijitalleşme ile endüstri 4.0 kavramının temellerinin atılması, şirketlerin üretim ve yönetim aşamalarında akıllı devirlere geçişinde merkezi bir rol oynamaktadır. Şirketler açısından bakıldığında değer zincirleri yeniden oluşturulmaktadır. Bu yeni çağın gerekliliklerine göre kararlar vermek ve değişimlere ayak uydurmak zorunluluk haline gelmiştir. Tüm dünyada gelişen teknoloji sağlık alanında da yeni gelişmeleri beraberinde getirmektedir. Sağlık alanında bu gelişmelerin yaşanması ile yenilikçi teknolojilerin araştırma süreçlerine, sağlık çalışanlarının tıbbi karar süreçlerine ve hizmet sunumlarındaki bütüncül etkisine gösterilen önem artmıştır. Bu çalışma endüstri 4.0 kavramının sağlık alanındaki gelişmelerine odaklanmaktadır. Sağlık endüstrisinde endüstri 4.0 kavramı çerçevesindeki yenilikçi uygulamaların kapsamlı bir araştırmasını içermektedir. Aynı zamanda sağlık alanında yaşanan hızlı değişimlere bir perspektif sunmakta ve strateji ve deneyimlere ait bilgiler paylaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, sağlık sistemleri, teknoloji, sağlık 4.0

INDUSTRY 4.0 AND APPLICATIONS IN HEALTH SYSTEMS

ABSTRACT

Taking the basics of the concept of industry with the digitization plays a central role in the transition of companies to smart cycles in production and management stages. In terms of companies, value chains are being reconstructed. It has become a necessity to make decisions according to the requirements of this new age and to keep pace with the changes. The developing technology all over the world brings new developments in the field of health. These developments in the field of health have increased the importance of innovative technologies to the research process, the healthcare staff's medical decision-making processes and the overall impact on service delivery. This study focuses on the development of the industry 4.0 concept in the field of health. This study includes a comprehensive study of innovative practices in the industry 4.0 in the health industry. At the same time, it provides a perspective on the rapid changes in the field of health and shares information on strategies and experiences.

Key words: Industry 4.0, health systems, technology, health 4.0

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden elektrik gücü ile seri üretime geçiş endüstriyel devrimin gelişimini başlatmıştır. Ardından imalat sistemlerinin otomatikleşmesi ve bilgi teknolojilerinin kullanımından siber fiziksel sistemlere dayalı üretimin devreye girişi ile günümüz endüstri 4.0 kavramı oluşmuştur. Siber-fiziksel sistemlerin kavramına, nesnelerin internetine ve hizmetlerin internetine dayalı olan endüstri 4.0, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturmayı

hedeflemektedir (Uslu vd. 2019). Endüstri 4.0 ile şirketler üretim ve hizmet alanlarında yeni bir boyut kazanmaktadır. Otomobil, kimya gibi birçok sektör dijital dönüşüm ve fiziksel süreçlerdeki teknolojik ilerlemelere tanıklık etmektedir. Bu tanıklık işletmeleri, halihazırdaki üretim sürecinin yeniden nasıl tanımlanacağı sorusuna yönlendirmektedir. İşletmelerin bu gelişimlere nasıl daha hızlı ayak uydurabileceğine, inovasyona nasıl daha hızlı ulaşabileceklerine ve verimliliklerini nasıl arttırabileceğine ait cevapların araştırılmasına itmektedir. Fakat işletmeler endüstri 4.0 kavramının gerçekten ne olduğuna dair kavramsal analizi iyi yapmış olmaları gerekmektedir. Endüstri 4.0 ürünlerin üretim süreçlerinin temel yapısını değiştiren ve yeni üretim fırsatlarını, yenilikleri geliştiren bilgi ve veri alışverişini içeren otomasyon ya da üretim teknolojisi olarak ifade edilebilmektedir (Industry 4.0/Manufacturing and the future of medical things). Nesnelerin interneti ve hizmetlerin interneti gerçek ve sanal dünyayı birleştirerek yeni bir değer zinciri organize etmektedir. Tamamen özelleştirilebilen ve yüksek kalitede ürünlerin üretimine olanak sağlanmaktadır (Sevinç vd., 2018).

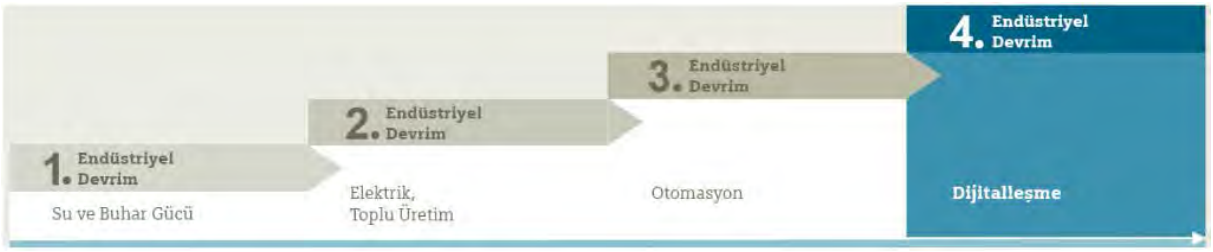
Endüstri 4.0'ın gelişmesi ile bu kavramın tanımlamaları da artmaya başlamıştır. Literatüre hızlıca giriş yapan bu kavram ile araştırmacılara yeni bir araştırma alanı doğmuştur. Aynı zamanda geçmişten günümüze gelen birçok çalışma alanını endüstri 4.0 ile yeniden yorumlaması yapılmaya başlanmıştır. Bu kavram araştırmacılara yeni bir bakış açısı olmuştur. Lu (2017), endüstri 4.0 kavramı hakkında kapsamlı bir çalışma yürütmüştür. Literatürde yer alan çalışmaların içeriği, kapsamı ve bulgularına geniş bir bakış açısı sunmuştur. Çalışmaları beş kategoriye göre ayırmıştır. Bu kategoriler, endüstri 4.0 kavramı ve perspektifi, siber-fiziksel sistemler tabanlı endüstri 4.0, endüstri 4.0'ın birlikte çalışabilirliği, akıllı sistemler, devlet hizmetlerinde endüstri 4.0'dır. Çalışmanın detayına odaklanıldığında, endüstri 4.0 için sistemlerin birlikte çalışabilirliğinin kritik açıdan özetlenmiştir. Hem bu açıdan bakıldığında hem de çalışmalar için sunulan perspektifler açısından düşünüldüğünde literatüre kazandırılmış ilk çalışmalardandır. Li vd. (2017) kablosuz iletişim teknolojilerinin endüstri 4.0 altında incelemesine dair bir çalışma yapmışlardır. Elektronik sektöründe başarılı bir alana sahip olan kablosuz iletişim ağları için birçok yenilik olmuştur. Bu yenilikler endüstriyel açıdan ele alınmıştır. Endüstri 4.0 çerçevesinde bu iletişim ağlarının uygulamalarının incelemesine dayanan bir bakış açısı sunmuşlardır.

Endüstri 4.0'ın önemi vurgulanan bu çalışmada, sağlık alanında yapılan uygulamalar yer verilmiştir. Geleneksel açıdan sağlık sistemlerine bakıldığında, hastane, tedavi süreçleri ve hasta ilişkileri günümüzde yaşanan teknolojik gelişmelerden etkilenerek yeni bir form kazanmaktadır. Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile kendi kendini yöneten ve denetleyen otonom sistemlerinin sağlık alanına girmeye başladığı ve bu sağlık sistemlerinin bu otonom sistemleri şekillenmeye başladığı görülmektedir. Bu çalışma sağlık alanında yaşanan gelişmelerin günümüze etkilerinin nasıl olduğuna dair bir bakış açısı sağlamaktadır. Endüstri 4.0 kavramının sağlık endüstrisi ile birleşmesi ve birlikte çalışabilirliği incelenmiştir. Böylece bu çalışmanın, endüstri 4.0'ın sağlık alanına etkisi için bir araştırma kaynağı olması hedeflenmektedir. Ayrıca bu çalışma literatüre ve dünyaya hızlı bir giriş yapan endüstri 4.0 kavramını sağlık alanı açısından ele alan ilk çalışmalardan biri olmaktadır.

Çalışmanın ana hatları şu şekilde yapılandırılmıştır. Dört bölümden oluşan bu çalışmanın ilk bölümü giriş olup, endüstri 4.0, sağlıkta endüstri 4.0 kavramları hakkında özet bilgi sunulmuştur ve bu kavramların literatürdeki yerinden kısaca bahsedilmiştir. İkinci bölüm endüstri 4.0 kavramının literatürdeki uygulamalarına yer verilmiştir. Araştırmacıların endüstri 4.0 kavramını nasıl ele aldıklarına dair bir analiz yapılmıştır. Üçüncü bölümde endüstri 4.0 kavramının tarihsel süreçlerinden başlayarak farklı sektörlerdeki hacmine değinilmiştir. Daha sonra bu sektörlerden biri olan sağlık sektörüne odaklanılarak endüstri 4.0 kavramının etkilerine dair detaylı bir inceleme sunulmuştur. Son bölüm olan sonuç ve tartışma kısmında ise bu etkilerin genel açıdan değerlendirilmesine yer verilmiştir. Aynı zamanda araştırmacılara gelecekteki çalışmalar için de önerilerde bulunulmuş ve çalışmalara çeşitli uygulama alanlarından bahsedilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Üretim süreçleri ve üretim kavramı dünya ekonomisinin önemli bir parçasıdır. Değişen ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçlara göre şekillenen küresel pazarlarda akıllı üretim teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Küresel pazarda ilk sanayi devrimi su ve buhar gücü kullanılarak ortaya çıkmıştır. Bu büyük çaplı devrim ile mekanik sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Elektrik gücünün yardımıyla seri üretime geçilmesi ile ikinci sanayi devrimi kavramı ortaya atılmıştır. İkinci sanayi devriminin ardından dijital devrim olarak adlandırılan üçüncü sanayi devrimine geçilmiştir. Elektroniğin kullanımın yaygınlaşması ve bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle üretim süreçlerinde daha otomatik döneme girilmiştir. Bilgi ve iletişim teknolojileri büyüyerek yaşamın her alanını etki altına almaya başlamıştır. Bu teknoloji daha da ilerleyerek günümüzde siber-fiziksel sistemlere dayalı endüstri 4.0 devrimine geçiş yaşanmıştır (Özkaya vd. 2019). Şekil 1'de imalatta sanayi devrimlerinin tarihsel sürecine dair bir özet bulunmaktadır.



Şekil 1. Endüstri 4.0 gelişim süreci
(Kaynak: http://www.endustri40.com/endustri-4-0-surecinde-neredeyiz/)

Endüstri 4.0 devriminin en büyük hedeflerinden biri, veri analizleri yapılarak geri beslemelerden faydalanan ve ihtiyaçlara çok kısa sürede cevap veren bir üretim süreci geliştirmektir. Robotik üretim süreçlerine geçilerek daha hızlı, daha kaliteli, daha verimli, daha üretken ve daha az maliyetli üretim süreçleri oluşturmaktır. Ayrıca yüksek otomasyon ve verimlilik ile ürün geliştirme süreçlerini mümkün kılmaktır (Uslu vd., 2019).

Günümüzde sağlık sistemleri de endüstri 4.0 kavramı ile şekillenmeye başlamıştır. Halihazırda kullanılmaya başlanılan internetin genele yayılarak tüm tıbbı süreçlerin sanal platformlar üzerinden uygulamalarına yer verilmesi istenilmektedir. Sağlık kuruluşlarında endüstri 4.0 kavramının karşılığı olarak sağlık 4.0 kavramı kullanılmaya başlanmıştır. Sağlık 4.0 ile sağlık

alanında çeşitli uygulamalar geliştirilerek büyük bir dönüşüm sürecine girilmiştir. Bu bölüm endüstri 4.0 konusu ile ilgili yapılan çalışmaların detaylı bir incelemesini içermektedir.

Sanayide yeni bir döneme giren işletmeler hedeflerine daha yüksek seviyede verimlilik ve üretkenlik ile ulaşabilmek için çaba sarf etmektedir. Sistemlerindeki mevcut teknolojilerin yeni teknolojiler ile entegre edilmesi kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Pérez vd. (2015) bu yeni teknolojilerin ve siber-fiziksel üretim sistemleri kavramları üzerinde durmuşlardır. Çalışmalarında işletmelerin bu üretim sistemlerine geçerek üretim yapabilmeleri için gerekli olan gereksinimleri analiz edilmiştir. Yine siber-fiziksel üretim sistemleri üzerinde Lee vd. (2015) çalışma yapmıştır. İmalat sanayini Endüstri 4.0 dönüştürebilmek için 5 seviyeli bir mimari kılavuz geliştirmişlerdir. Bu kılavuz ile siber-fiziksel sistemlerin uygulanabilmesi için bir yol açmışlardır. Siber-fiziksel üretim sistemleri kavramına yoğunlaşarak, Jazdi (2014), Kobara (2016), Harrison vd. (2016), Gürdür vd. (2016), Mosterman ve Zander (2016) çalışmalarına konu etmiştir. Çalışmalar genel olarak bu sistemlerin geliştirilmesi ve mevcut sürece entegre edilebilmesi için gerekli olan mühendislik disiplinlerinden ve uzmanlık alanlarından bahsetmektedir. Gelişmiş bilgi teknolojilerinin kullanılması ve aynı zamanda ağ bağlantılı makineler ile daha verimli ve esnek performans gösterilebileceğine dikkat çekmişlerdir. Bu teknolojilere eğilim ile imalat sanayisi Endüstri 4.0' dönüştürülmektedir.

Bilgi ve iletişim teknolojisinin üretim bileşenlerine entegrasyonu, çeşitli verilerden muazzam miktarlarda ortaya çıkmasına neden olmuştur. Lee vd. (2014), Gorecky vd. (2014), Chen ve Xing (2015), Kolberg ve Zühlke (2015), Zhou vd. (2015), Albers vd. (2016), Ji vd. (2016), Niesen vd. (2016) Endüstri 4.0'da big data önemine dikkat çekmişlerdir. Siber-fiziksel sistem tabanlı üretim ve hizmet sektörlerinde yapılan yenilikler kaçınılmaz eğilim ve zorunluluklardandır. Bu sistemlerde de veri toplama ve analizleri giderek daha önemli hale gelmiştir. Çalışmalara bakıldığında büyük veri ortamlarına bu eğilimlerin yanı sıra, büyük verileri yönetebilmek için akıllı bilişim cihazlarının gerekliliği vurgulanmıştır. Verilerin yönetilebilmesi için gerekli olan stratejiler belirtilmiştir. Artık işletmelerin sektörde tutunabilmesi, giderek artan rekabetçi pazarda müşteri gereksinimlerinden kaynaklanan zorlukları karşılayabilmesi için teknolojik süreçlerden faydalanılmalı ve bilgi teknolojilerinden elde edilen büyük miktardaki veri etkili bir şekilde kullanılmalıdır.

İmalat sanayinde üretim süreçlerindeki teknolojik kısıtlamalar, süreçlerin işlevselliğini etkilemekteydi. Brettel vd. (2014), Paelke (2014), Schmidt vd. (2015), Albrecht vd. (2015), Lom vd. (2016) teknolojik gelişmeler ile bu sınırlamaların ortadan kaldırıldığından bahsetmişlerdir. Akıllı sistemler ile süreçlerin verimliliği arttırıldığını vurgulamışlardır. İmalat sanayideki bu akıllı sistemleri konu edinen yazarlar, üretim ortamında artırılmış gerçeklik kullanımı ile ilgili deneyimlerini sunmuşlardır.

Literatüre bakıldığında araştırmacıların Endüstri 4.0'ın bileşenlerine dayalı çalışmalar yaptıkları görülmektedir. Gruber (2013) otomotiv sektöründeki uygulamasıyla yazılım teknolojisini, Long vd. (2016) üretim sistemlerinde yeni teknolojilerin entegrasyonu ve bu destekleyici kaynakların analizini, Hermann vd. (2016) endüstri 4.0 tasarım prensiplerini, Weiss vd. (2016) endüstriyel robotik prototipin insan-robot iş birliğini konu edinmişlerdir.

Bu çalışmanın ele aldığı sağlık sektöründe, Endüstri 4.0 için çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Araştırmacılar endüstri 4.0 kavramının literatüre girmesiyle çalışma planlarında ilk olarak bileşen tanımlamalarına yer vermiştir. Daha sonra bu bileşenlerin üretim veya hizmet sektöründe uygulamalarını ele almışlardır. Sağlık sistemlerinde yeni yeni yer edinmeye

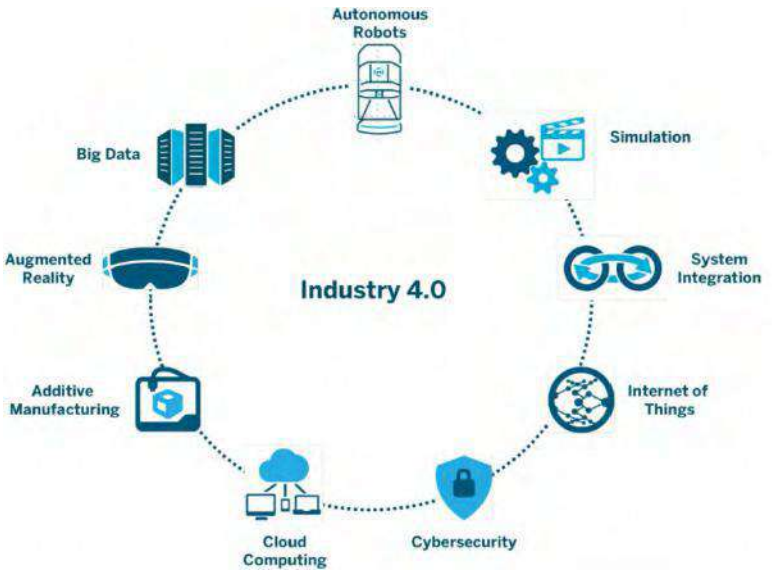
başlayan endüstri 4.0 kavramı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları bu başlık altında kısaca özetlenmiştir.

Manogaran vd. (2017) sağlık sistemleri uygulamaları için ölçeklenebilir sensör verilerini yönetebilmek için güvenli bir nesnelerin interneti mimarisini (IoT) önermiştir. Thuemmler ve Bai (2017) endüstri 4.0 ve tasarım ilkelerinin hassas tıp konusundaki gelişmelerini izlemeye yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. Akıllı ilaçların kronik, bulaşıcı olmayan hastalıklarda hızla ilerleyen evrimi konusunda araştırmalar yapmışlardır. Kılıç (2017) endüstri 4.0 uygulamalarının Türkiye'deki sağlık hizmetlerindeki rolünü ve düzeyini belirlemeyi amaçlamıştır. Aktif olarak kullanılan uygulamaları değerlendirmiştir. Paulin (2017) hastane ve genel sağlık sistemlerindeki veri trafiğini ele almıştır. Sağlık hizmetleri alanında verilerin erişilebilmesi, depolanabilmesi, iletilmesi ve yönetilebilmesi ile ilgili yaşanan karmaşık ilişkiyi ortaya çıkarmaya yönelik araştırmalar yürütmüştür. Elhoseny vd. (2018) çalışmalarında büyük veri toplama mekanizmasıyla sağlık sistemlerinin performansını arttırmayı hedeflenmektedir. Endüstri 4.0'ın sağlık sistemlerine girmesiyle oluşan büyük miktarda veriyi verimli bir şekilde yönetebilmeye araç olan bulut-IoT uygulamalarını optimize etmek istemişlerdir.

Bu çalışmalar değerlendirildiğinde endüstri 4.0 kavramı son on yıldır dünya literatüründe olduğu fakat bu kavramın kavramsal çerçevesinin tanımı ve sektör bazlı uygulamalarına yeni yeni başlandığı görülmüştür. Bu çalışmanın odaklandığı sağlık sektöründeki uygulamaları araştırmacıların ilgi odağına girmeye başlamıştır. Bu çalışma ile sağlık sektöründe dünya genelinde yapılan uygulamalar değerlendirilmiş ve yapılması planlanan uygulamalar hakkında da bilgi verilmesi ile literatüre katkı sağlanmıştır. Endüstri 4.0 kavramını sağlık hizmetlerinde değerlendirerek araştırmacılara, yapılan ve yapılması planlanan uygulamalardaki çalışmalar için farklı bir bakış açısı sunulmuştur. Genel bilgiler verilerek sağlık sistemlerinde endüstri 4.0 uygulamalarının ne denli yerleştiği gösterilmeye çalışılmıştır.

3. SAĞLIKTA ENDÜSTRİ 4.0 VE UYGULAMALARI

Sanayide dördüncü devir olarak bilinen endüstri 4.0 ile ürünlerin üretim hızında ve kalitesinde artan bir ivme kazanılmıştır. Bu sanayi devrimi ile çağdaş otomasyon sistemlerinde veri alışverişleri ile üretim teknolojilerinde gelişmeler yaşanmaya başlanmıştır. Endüstri 4.0 kavramı içerisinde nesnelerin ve hizmetlerin internetini, siber fiziksel sistemlerini barındırır. Bu sistemler ile elde edilen verilerin paylaşımı ile üretim ortamında zamandan tasarruf edilerek üretkenlik ve verimliliğin arttırılmasına olanak sağlanır. Şekil 2'de endüstri 4.0 yapısına ait bir özet gösterilmiştir.



Şekil 2. Endüstri 4.0 yapısı
(Kaynak: http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/)

Endüstri 4.0 kavramı genel olarak veri madenciliği, nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti ve siber-fiziksel sistemleri yapılarından oluşmaktadır. Bu yapılar teknolojilerin ve değer zinciri kavramlarının bir bütünü olarak yansıtılmaktadır. Ayrıca, bu yapılar, akıllı teknolojilerin kullanımın yaygınlaşması ve bu teknolojilerin geliştirilmesi için bakış açısı kazandırmaktadır.

İmalat sektöründe dördüncü sanayi devrimine geçiş süreci yaşanırken aynı zamanda sağlık sektöründe de bu süreç yaşanmaktadır. Geleneksel sağlık sistemleri endüstri 4.0 ile şekillenmesiyle yeni bir yapıya bürünmeye başlamıştır. Elektronik veri paylaşımının yaygınlaşması özellikle hastane içi iletişimde, hasta-doktor ilişkilerinde gelişmeler yaşanmasına neden olmuştur. Yaşanan dönüşümlerde sağlık hizmeti veren kuruluşların artan talepleri karşılamak için alternatif yollara başvurduğu görülmektedir. Hastane kaynaklarının talebi yeterince karşılayamaması hastane yöneticilerini sunulan bakım hizmetinde telafi edici stratejilere yöneltmiştir. Ayakta tedavi hizmetlerinin yaygınlaşması ile daha çok hastaya hizmet verilerek üretkenlik arttırılmıştır. Ayrıca hastanelerde ortalama kalış süresi azalmış ve daha fazla hastaya hizmet verme olanağı artmıştır. Ayakta bakım hizmetlerinin yanı sıra, evde bakım hizmetlerinin de yaygınlaşması ile hastaneye gelemeyen hastalar için evlere tedavi hizmeti sunulmuştur. Bu hizmet ile toplumda daha çok kişiye ulaşılarak daha çok bakım hizmeti sunulmaya başlanmıştır. Evde bakım hizmeti almak isteyen kişi elektronik olanak ya da bireysel olarak başvuru yaparak bu hizmeti talep etmektedir. Daha sonra hizmeti alacak kişinin durumu belirlenerek sunulacak hizmet belirlenmektedir. Kişinin bakım ihtiyaçları belirlendikten sonra tedavi planı yapılarak kişinin tedavi zamanları oluşturulmaktadır. Bu bakım planına göre sağlık personelleri görev dağılımı yapar ve belirlenen personel sayısı ile ev ziyaretlerine başlanır. Böylece bu talepte bulunan kişi evde sağlık hizmeti almaya başlamaktadır. Ayrıca bakımın sanallaştırılma çabası endüstri 4.0'ın sağlık alanında en büyük trendlerinden biridir.

Sağlık hizmetlerinin maliyetleri, ülkelere yük olarak görülüp bir tehdit olarak kabul edilse de ülkelerin ekonomik büyüklüğünün ölçütü olarak görülen Avrupa ülkelerinde gayri safi yurt içi hasılanın yaklaşık %10'luk bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle sağlık hizmetleri dünyada en hızlı büyüyen ve gelişen bir endüstri olarak kabul edilmektedir. Bu sektöre yatırım yapan ülkelerin yerel ekonomilerinin büyüme oranlarında büyük ve kabul edilebilir bir oran

gözlemlenmektedir. Sağlık hizmetlerinde yaşanan bu sanayi devrimi yalnızca hastaneler ya da sağlık hizmetleri ile sınırlı değildir. İlaç endüstrisi, sağlık sigorta hizmetleri, medikal endüstri gibi sağlık kollarında endüstri 4.0'ın etkileri görülmektedir (İnternet Kaynağı 1).

Sağlıkta dijital dönüşüm yaşatan hastaya özgü cihazların geliştirilmeye başlanması, endüstri 4.0'ın önemli avantajlarından biri olarak görülmektedir. Geliştirilen yazılım ve donanımlar, akıllı bilgi alışverişini sağlayarak hasta ihtiyaçlarını için tamamen kişiselleştirilmiş ürünlerin üretimini sağlamaktadır. Üretim süreçlerinde elde edilen büyük miktardaki verinin analizi için endüstriyel internet (IIoT), bulut sistemleri gibi teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır.

Tıbbi cihazların üretiminde yaşanan gelişmeler dört ilke ile ifade edilebilmektedir. Bu ilkeler özelleştirme, BT altyapısı, uygunluk ve siber fiziksel sistemlerdir. Hastalara özel cihazların üretimi özelleştirme ilkesi altında ifade edilmektedir. Kişiselleştirilen cihazlar ile her ürün eşsiz hale getirilmeye başlanmıştır. Bu da her hastaya yüksek kalitede hizmet sunulmasını sağlamaktadır. Fakat bu özelleştirmenin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Her hasta için ayrı ayrı üretimi hedeflenen bu cihazların ekonomiye yüklü bir maliyet olarak yansımaktadır. Araştırmacılar bu üretimin yaygınlaşması için endüstri 4.0'ın gücünden yararlanmayı sağlayan öngörülerde bulunmaktadır. Bilgi sistemlerinin benimsenmesi ile tıbbi cihazların bu üretimi yerine hastalara sunulan hizmetin sanallaştırılması yönünde farklı hedeflerde belirlenmektedir. Endüstri 4.0 ile bu yeni paradigmalar üzerinde bir BT altyapısının oluşturulması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu iki farklı fikrin uygulanması konusunda yaşanabilecek karmaşıklar için çözümler aranmaktadır. Uygunluk ilkesi altında incelenen bu sorun giderildiğinde hastalara sağlanan hizmetteki artış sağlık endüstrisine büyük katkılar sağlayacaktır. Bu tıbbi cihazlar akıllı cihaz terimi altında incelendiğinde siber-fiziksel sistemlerin yapısına girmektedir. Sağlık izleme sistemleri, hastane personelleri ile sanal olarak iletişim kurabilme, cihazların internet ile aktivasyonu gibi imkanlar sağlamaktadır. Bu örnekler endüstri 4.0'ın sağlık sektörüne yansımasının en güzel örnekleridir (İnternet Kaynağı 2).

İlaç endüstrisinde yaşanan gelişmeler de ise ilaç ambalajlarının üzerindeki dijital kodlardır. Bu dijital kodlar ile her ambalaj için ayrı bir kimlik oluşturulabilmektedir. Böylece ilaçların üretim firması dijital kodlar sayesinde tanımlanabilir olacak ve her firma ilacının takibini yapabilecektir. Bu sayede şirketler hem ilaçların lojistiğini izleyebilecek hem de sahte ilaç üretiminin önüne geçilebilecektir. İlaç endüstrisinde yaşanan bu devrimler ile üretilen binlerce ilacın kalite güvencesi sağlanabilecektir. İlaçlar üzerindeki bu verilerin sanal ortamda depolanması ile çok daha düşük maliyetli ve kolay bir tedarik zincirinin oluşturulmasına imkân verilecektir. Bu verilen depolanması ve verilerin güvenliği için bilgi sistemlerinin gücünden faydalanılacaktır (İnternet Kaynağı 3).

Sağlık kollarında yaşanması planlanan bu yenilikler ve gelişmeler kesintisiz ve verimli insan-veri-makine ilişkisini destekleyecek nitelikte olması gerekmektedir. Günümüzde yaşanan bu gelişmeler ve yenilikler ışığında sağlık hizmetleri sürekli bir dönüşüm içerisindedir. Dönüşüm sonrasında, sağlık kuruluşlarında çeşitli işlemler ile ilgili verileri toplamak, bu verilerin depolanması ve güvenliğini sağlamak için sağlık bilgi sistemlerine başvurulmaktadır. Bu sağlık bilgi sistemleri, verilerin depolanmasının yanı sıra birimlerin karar destek sistemleri, tıbbi terminolojiler ve dokümantasyon işlemlerini de kapsamaktadır. Aynı zamanda kişisel kayıt sistemlerini de içererek, bireylerin tıbbi verilerine ulaşabilme, sağlık durumları hakkında bilgi edinebilme olanağı sağlanmaktadır. Kişiselleştirilmiş tıbbi cihazlar ve kişisel bilgi platformlarının yanı sıra bireyler için kişiselleştirilmiş tıp yaklaşımı da geliştirilmektedir. Bu

yaklaşım ile bireyler kendilerine özgü çevresel veya davranışsal özelliklerini değerlendirerek hastalık risklerini ölçebilmektedir. Aynı zamanda erken teşhise imkân sağlayarak uygun tedavi seçimi oluşturulabilmektedir. Bu bireysel tedavi sisteminin kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Tüm bu gelişmeler bireylerin sağlık durumlarına ilişkin günün her saati veri toplanabilmesini sağlamaktadır. Hastalara sunulan sağlık hizmetlerinin kapsamı bu denli genişletilerek tedavi süreçlerinin kısalmasına ve duyulan memnuniyet seviyesinin artmasına neden olmaktadır. Toplanan bu hasta verilerinin büyüklüğü kapsamlı veri analizleri gerektirmektedir. Veri analizlerinin sistematik yapısının sağlam olması elde edilen bilgilerin daha iyi anlaşılması ve tedavi yaklaşımlarının daha doğru olmasına imkân sağlamaktadır. Günümüzde endüstri 4.0'ın temellerinden sayılabilecek yenilikler kullanılmaya başlanmıştır. İnternet ortamında oluşturulan sanal platformlar üzerinden bireyler sağlık sorunlarına ilişkin cevaplar bulabilmektedir.

Sağlık kuruluşlarında uygulama vaatlerinden bir diğeri de teletıp uygulamalarıdır. Bu uygulamalar ile doktor-hasta ve doktor-doktor ilişkilerinin güçlendirilmesi hedeflenmektedir. Akıllı telefonlara entegre edilmesi düşünülen bu uygulamalar ile acil durumlarda hizmet sunumu sağlanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca kronik hastalıkların uzaktan takip edilebilmesi için ayrı bir uygulama geliştirilmesi de endüstri 4.0 ile sağlık alanında yapılması planlanan yeniliklerdendir. Tüm bu uygulamaların robotik teknolojiler ile birleştirilmesi fikri araştırmacıların ilgi odağında bulunmaktadır. Bu robot teknolojilerinin ameliyathanelerde, rehabilitasyonlarda, evde bakım hizmetlerinde, bakım süreçlerinde ve teletıp uygulamalarında kullanılması ile karmaşık ve koordinasyon gerektiren işlere kolaylık sağlanabilecektir.

3D yazıcıların geliştirilmesi ile tıbbi açıdan birçok yeniliğe kapı aralanmıştır. 3D yazıcılar ile üretilen protezler, yapay organ denemeleri tedavisi mümkün görünmeyen birçok hastalık için umut ışığı niteliğindedir. Kişiye özel tıbbi cihaz üretiminin yanında kişiye özel protez yapımı gibi araştırmalar geleceğin insan sağlığı açısından çığır açan teknolojileri olarak temsil edilmektedir. Cerrahlar henüz yapay organ üretimi aşamasına geçemese de özellikle ameliyat öncesinde pratik yol haritaları oluşturabilmektedir. Operasyon geçirecek bölgenin 3 boyutlu topografik haritasını oluşturarak operasyon sırasında ne ile karşılaşacaklarını senaryolaştırmış olmaktadırlar. Cerrahlar için büyük bir avantaj olan bu işlem ile operasyonların bir nevi provası yapılabilmektedir. Ameliyat öncesinde böyle bir provaların yapılabilmesi operasyonların başarısına çok büyük katkı sağlayacaktır (İnternet Kaynağı 4).

Endüstri 4.0'ın sağlık üzerinde var olan ve var olması hedeflenen uygulamalarına bakıldığında, bütün bunlar değişim olmaktan öte kökten bir yeni sistem, yeni bir devir olarak algılanmalıdır. Kalite, verimlilik, maliyet ve benzeri unsurlar açısından sürekli bir dönüşüm olarak görülmelidir. Bu kadar büyük yeniliklerin başarı oranları ve olası riskleri stratejik düzeyde değerlendirilmelidir. Sağlık sektöründe yaşanan bu dönüşüm siber fiziksel yapıları kapsadığı kadar nitelikli insan gücünü de kapsamalıdır. İnsanların deneyimleri ve öngörülerinden yararlanarak sistemlerin altyapısı güçlendirilmelidir. Yani bu denli yaşanan büyük dönüşüme insan faktörü de eklenmelidir.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Dördüncü sanayi devriminin hayatımıza girmesiyle bilim ve teknolojide özellikle sağlık alanında büyük değişimler ortaya çıkarmaktadır. Endüstri 4.0 ile sağlık kuruluşlarına olan fiziksel bağımlılık kaldırılmış, verilen hizmet her yere her saatte ulaştırılabilir olmuştur. Son

teknoloji ile kişiye özel imkanlar ve tedaviler sunan inovasyonlar getirilmesi için projeler geliştirilmiştir.

Sadece imalat endüstrisinde değil sağlık hizmetlerinde de büyük değişimler yaşanması hedeflenmektedir. Sanal uygulamalardan 3D yazıcılara, kişiye özel tedavi sistemlerinden robotik sistemlere kadar endüstri 4.0 sağlık sektöründe köklü bir dönüşüme yol açmaktadır.

Endüstri 4.0'ın sağlık sektörüne yansıyan ismi ise sağlık 4.0 olmuştur. Büyük sanayi devrimi sağlık sektöründe büyük sağlık devrimi olarak nitelendirilmektedir. Kişiye özel tıbbi cihazların geliştirilmesi, ilaç ambalajları üzerinde dijital kodların yer alması, kişiye özel sanal tedavi uygulamalarının geliştirilmesi, 3 boyutlu yazıcıların sağlık sektöründe kullanılmaya başlaması, robotik sistemlerin planlamalarının yapılması gibi birçok yenilik mevcuttur. Geliştirilen kök hücre tedavileri ile kişilerin kendi DNA'larını taşıyan dokuların geliştirebilmesi mümkün kılınmaya başlanmıştır. Böylece nakil işlemlerinde doku uyuşmazlığının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Bu gibi köklü yenilikler ile sağlık sektöründe yeni bir devire girildiği görülmektedir. Bilgi akışının yaygınlaştırılması ile elde edilen geri beslemeler sistemlerin geliştirilmesinde büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca elde edilen verilerin depolanması ile hastalığın seyrine etkisi de çok net gözlemlenmeye başlamıştır. Geliştirilen ve geliştirilmesi öngörülen bu yeni teknolojiler ile bireyler kendi sağlıkları konusunda daha bilinçli hale gelmektedir. Sağlık alanında da yetişen bu bilinçli bireyler ile üretkenliğin ve verimliliğin artması planlanmaktadır. Aynı zamanda bu teknolojilerin de önemli kaynak tasarrufu ve maliyet avantajı gibi getirileri bulunmaktadır. Geleneksel yöntemlerde bir hastalığa tedavi geliştirilirken çok fazla zaman, para ve emek harcanmaktaydı. Sağlık 4.0'ın devrimiyle büyük veri analizleri daha kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Bu veri analizleri ile birçok vakanın incelenmesi mümkün kılınmaktadır. Artık hastalara özel tedavi yöntemleri belirlenebilmektedir ve böylece tıbbi hata ve kayıplar en aza indirilmesi öngörülmektedir. Çünkü kişiye özel tedavilerin geliştirilmesi bazı hastalıklarda kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada endüstri 4.0 kavramı ele alınmıştır. Endüstri 4.0 devriminin sağlık sektörü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Aynı zamanda sağlık sektöründeki geliştirilen ve geliştirilmesi öngörülen uygulamalardan bahsedilmiştir. Bu uygulamaların bazılarına yer verilerek elde edilecek faydalar hakkında bilgi verilmiştir. Literatüre yeni giren endüstri 4.0 kavramı ile ilgili geniş bir araştırma alanı bulunmaktadır. Sınırlarının çizilemediği bu konunun üzerine çok farklı araştırmaların yapılabilmesi mümkündür. Sağlık sektöründeki etkilerinin de yeni yeni hissedildiği bu devrimin literatürdeki karşılığı da çok seyrektir. İncelemelere göre sağlık sektöründe endüstri 4.0'ın karşılığını ele alan çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu noktadan bakıldığında bu çalışmanın araştırmacılar için literatüre katkısının olduğu düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalar için araştırmacılara bir kaynak olabileceği öngörülmektedir. Gelecekteki çalışmalarda araştırmacılar endüstri 4.0'ın sağlık sektöründeki uygulamalarını toplu bir şekilde inceleme fırsatı elde etmiş olacaklardır. Bu uygulamalar incelenerek yeni araştırma alanları ve analiz noktaları bulabilecekleri öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

Albrecht, J., Dudek, R., Auersperg, J., Pantou, R., & Rzepka, S. (2015, April). Thermal and mechanical behaviour of an RFID based smart system embedded in a transmission belt determined by FEM simulations for Industry 4.0 applications. In *Thermal, Mechanical and*

Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE), 2015 16th International Conference on (pp. 1-5). IEEE.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, *8*(1), 37-44.

Chen, Z., & Xing, M. (2015, October). Upgrading of textile manufacturing based on Industry 4.0. In *5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering, Atlantis Press*.

Elhoseny, M., Abdelaziz, A., Salama, A. S., Riad, A. M., Muhammad, K., & Sangaiah, A. K. (2018). A hybrid model of internet of things and cloud computing to manage big data in health services applications. *Future Generation Computer Systems*.

Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., & Zühlke, D. (2014, July). Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. In *Industrial Informatics (INDIN), 2014 12th IEEE International Conference on*(pp. 289-294). Ieee.

Gürdür, D., El-Khoury, J., Seceleanu, T., & Lednicki, L. (2016). Making interoperability visible: Data visualization of cyber-physical systems development tool chains. *Journal of Industrial Information Integration*, *4*, 26-34.

Harrison, R., Vera, D., & Ahmad, B. (2016). Engineering methods and tools for cyber–physical automation systems. *Proceedings of the IEEE*, *104*(5), 973-985.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on* (pp. 3928-3937). IEEE.

Ji, C., Shao, Q., Sun, J., Liu, S., Pan, L., Wu, L., & Yang, C. (2016). Device data ingestion for industrial big data platforms with a case study. *Sensors*, *16*(3), 279.

Jazdi, N. (2014, May). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In *Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC-PapersOnLine*, *48*(3), 1870-1875.

Kobara, K. (2016). Cyber physical security for industrial control systems and IoT. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, *99*(4), 787-795.

Kılıç, T. (2017). 4.0 Health Applıcatıons In Turkey. *Annals Of The Constantin Brancusi University Of Targu Jiu-Letters & Social Sciences Series*, (2).

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, *3*, 18-23.

Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, *16*, 3-8.

Li, X., Li, D., Wan, J., Vasilakos, A. V., Lai, C. F., & Wang, S. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0. *Wireless networks*, *23*(1), 23-41.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, *6*, 1-10.

Lom, M., Pribyl, O., & Svitek, M. (2016, May). Industry 4.0 as a part of smart cities. In *Smart Cities Symposium Prague (SCSP), 2016* (pp. 1-6). IEEE.

Long, F., Zeiler, P., & Bertsche, B. (2016). Modelling the production systems in industry 4.0 and their availability with high-level Petri nets. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 145-150.

Manogaran, G., Thota, C., Lopez, D., & Sundarasekar, R. (2017). Big data security intelligence for healthcare industry 4.0. In *Cybersecurity for Industry 4.0* (pp. 103-126). Springer, Cham.

Mosterman, P. J., & Zander, J. (2016). Industry 4.0 as a cyber-physical system study. *Software & Systems Modeling*, *15*(1), 17-29.

Niesen, T., Houy, C., Fettke, P., & Loos, P. (2016, January). Towards an integrative big data analysis framework for data-driven risk management in Industry 4.0. In *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on* (pp. 5065-5074). IEEE.

Özkaya, A., Gür, Ş. & Eren, T. (2019). Endüstri 4.0'a Geçiş Sürecinin Analitik Ağ Süreci ile Değerlendirilmesi. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 59-74.

Pérez, F., Irisarri, E., Orive, D., Marcos, M., & Estevez, E. (2015, September). A CPPS Architecture approach for Industry 4.0. In *Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), 2015 IEEE 20th Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

Paelke, V. (2014, September). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. In *Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), 2014 IEEE* (pp. 1-4). IEEE.

Paulin, A. (2017). Data Traffic Forecast in Health 4.0. In *Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare* (pp. 39-60). Springer, Cham.

Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R. C., Reichstein, C., Neumaier, P., & Jozinović, P. (2015, June). Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In *International Conference on Business Information Systems*(pp. 16-27). Springer, Cham.

Sevinç, A., Gür, Ş. & Eren, T. (2018). Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry 4.0 Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process. *Processes*, 6, 264.

Thuemmler, C., & Bai, C. (2017). Health 4.0: Application of industry 4.0 design principles in future asthma management. In *Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare* (pp. 23-37). Springer, Cham.

Uslu, B., Eren, T., Gür, Ş. & Özcan, E. (2019). Evaluation of the Difficulties in the Internet of Things (IoT) WITH Multi-Criteria Decision-Making *Processes*, 7, 164-179.

Uslu, B., Gür, Ş. & Eren, T. (2019). Endüstri 4.0 Uygulaması İçin Stratejilerin AAS ve TOPSIS Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 7(1), 13-28.

Weiss, A., Huber, A., Minichberger, J., & Ikeda, M. (2016). First Application of Robot Teaching in an Existing Industry 4.0 Environment: Does It Really Work? *Societies*, *6*(3), 20.

Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015, August). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2015 12th International Conference on* (pp. 2147-2152). IEEE.

İnternet Kaynağı 1: https://www.asianhhm.com/technology-equipment/industry-manufacturing-future-medical-things (04.07.2018).

İnternet Kaynağı 2: http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/endustri-4-0-nedir--4-sanayi-devrimi-gerceklesiyor/11563#ad-image-0 (01.07.2018).

İnternet Kaynağı 3: http://www.endustri40.com/saglikta-dijital-donusum-saglik-4-0/ (3.07.2018)

İnternet Kaynağı 4: https://saglikvebilisim.wordpress.com/2016/02/04/dorduncu-endustri-devrimi-4-saglik-alaninda-firsatlar/ (08.07.2018)

İnternet Kaynağı 5: http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/ (01.07.2018)

İnternet Kaynağı 6: http://www.endustri40.com/endustri-4-0-surecinde-neredeyiz/ (29.06.2018)

EKO KENT GELİŞTİRMEDE TEMEL BAŞARI FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şeyda Gür[1] Tamer Eren[2] Serkan Kaya[3]

[1] Harran Üniversitesi Şanlıurfa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 63000, Şanlıurfa, Türkiye
[2]Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450, Kırıkkale, Türkiye
[3]Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 63000, Şanlıurfa, Türkiye

ÖZET

Kentlerin sürdürülebilirliği insan, kent ve çevre bilinci ile etkileşim sağlandığı zaman mümkün olduğunu doğal kaynakların azalması ve tüketim artması doğrultusunda fark edilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilirlik kavramının ön plana çıkması ile il ve ilçe belediyeleri ve çevre kuruluşları stratejik hedeflerde kentler üzerinde bu uygulamalara yer verilmesini planlamaktadır. Özellikle artan nüfus yoğunluğu ve tüketim hızı doğal kaynakların azalmasına neden olmaktadır. Yaşamın bu kaynakları korumaya yönelik organize edilmesi için halkın bilinçlendirilmesi, belediyelerin stratejik hedeflerini bu noktaya göre şekillendirilmesi gerekmektedir. Bu durumda eko-kentlerin geliştirilmesi adına potansiyel bir ilgi ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada da geliştirilmesi istenilen eko-kentlerin temel başarı faktörleri incelenmiştir. Değerlendirme ve karar verme süreçlerine etkili bir araç olan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik ağ süreci yöntemi çalışmada kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda bu başarı faktörlerinin önem dereceleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik ağ süreci, eko-kent, sürdürülebilirlik

EVALUATION OF MAIN SUCCESS FACTORS IN ECO URBAN DEVELOPMENT

ABSTRACT

Sustainability of cities is realized when interaction with human, urban and environmental awareness is possible in line with the decrease in natural resources and increase in consumption. As the concept of sustainability comes to the forefront, provincial and district municipalities and environmental organizations plan to include these practices on cities in strategic goals. Especially the increasing population density and consumption rate cause the decrease of natural resources. In order for life to be organized in order to protect these resources, public awareness and the strategic objectives of municipalities should be shaped accordingly. In this case, there has been a potential interest in the development of eco-cities. In this study, the main success factors of the eco-cities that will be developed are examined. Analytical network process method, one of the multi-criteria decision-making methods which is an effective tool for evaluation and decision-making processes, was used in the study. In the results obtained, the importance of these success factors was calculated.

Keywords: Analytic network process, eco-city, sustainability

1. GİRİŞ

Günümüzde tüketim oranlarının artmasıyla, sahip olunan kaynakları etkin bir şekilde kullanabilmek, bu kaynakların sürdürülebilir olmasını sağlamak için insanlar yaşamlarını minimum tüketim olacak şekilde düzenlenmeye çalışmaktadır. Buna kentlerin sürdürülebilir olması adımıyla başlayan yöneticiler, sürdürülebilirliği sağlamak için bir arayış içine girmişlerdir. Buna yönelik gerçekleştirilen arayışlar ve çabalar eko-kent kavramını sonuç olarak ortaya çıkarmıştır. Bu kavramın temelinde insan-çevre-kent üçlüsünün etkileşimi yatmaktadır. Eko-kent kavramının ilk kullanılmaya başlandığı zamanlarda kentin çevre üzerindeki etkisini azaltılması amaçlanmış ve bu kavrama olan ilginin de günümüzde arttığı görülmektedir. Bunun için atılan adımlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, atık üretiminin minimum seviye düşürülmesi ve bu atıkların geri dönüşümünün sağlanması bulunmaktadır. Kent yönetiminden sorumlu kişiler, bu ilkeleri gözeterek çevresel düzenlemeleri gerçekleştirme çabası içindedirler (İnternet Kaynağı).

Eko-kent kavramının literatürde de araştırmacıların işlediği ve ele aldığı bir konu olduğu görülmektedir. Ekolojik sürdürülebilirliğe dikkat çeken araştırmacılar, yaptıkları uygulama çalışmalarıyla bu kavramın gerçek hayattaki yansımalarını, teorik çalışmalarla da kavramının temelini oluşturmaktadır. Sürdürülebilir kentsel kalkınma için en önemli unsur, doğal kaynakların etkin bir şekilde kullanılması ve bu kaynakların güvence altına alınmasıdır. Bu bağlamda kaynakların devamlılığı üzerine yoğunlaşan çalışmalara bakıldığında, Kenworthy (2006), Cao ve Li (2011) mevcut kentleri ve yeni kentsel gelişimleri daha ekolojik temelli hale getirebilmek ve daha yaşanılabilir kılmak için önerilerde bulunmuşlardır. Eko-kent kavramı için kilit noktalar belirleyerek kent ve çevre arasındaki bağlantı noktasını geliştirmeyi amaçlamışlardır. Işıldar (2012) çevre sorunlarına dikkat çekerek, bu sorunların yıkıcı sonuçlarını ön plana çıkartmıştır. İnsanların ve dolayısıyla kent yöneticilerinin bu sorunlarla karşılaşmadan, insan ve doğa ilişkisini dengede tutmayı önermiştir. Bu dengeyi tanımlamak için de kentlerdeki ulaşım, atık yönetimi ve enerji konularına yoğunlaşarak çalışmasında Avrupa Kentsel Sürdürülebilirlik Göstergeleri'ni işlemiştir. Joss vd. (2013) çalışmasında ise kentsel sürdürülebilirlik politikalarının küresel bazda yaygınlaşmasına dikkat çekilmiştir. "Yeşil" kavramının her alanda yansımasına önem veren ve bu etkinin insanlardaki bilgi faaliyetlerinin arttırmaya yönelik etkisini inceleyen Joss vd. (2013) her yerde eko-kent temasıyla eko-kent uygulamalarını ön plana çıkarmıştır. Çevresel değerlerin korunmasını savunan Tosun (2013), Caprotti (2014) iklim değişikliğinin en çok etkileyeceği kentsel yaşama fayda sağlayacak doğa ve kent arasında kritik bir ilişki kurulmasını hedeflemişlerdir. Tosun (2017) bir diğer çalışmasında ise, yöneticilerin klasik kentsel planlama anlayışından sıyrılması gerektiğini savunmuştur.

Çevre dostu sürdürülebilirlik kavramları arasındaki ilişkiye dikkat çeken Çetinkaya ve Civaroğlu (2016), Türkiye'deki eko-kent ve yavaş kent modellerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Yavaş kent, çevresel ve sosyal sorunlardan dolayı klasik kentsel yaşamı sürdüremeyen insanların yaşam kalitesinin arttırıldığı ve daha sakin bir yaşamı benimseyen bir model olarak tanımlanmaktadır. Grydehøj ve Kelman (2016), Asımgil (2017) çalışmalarında dünyada yaygınlaşan yaşam alanlarının ekolojik dengeyle bütünleşmesini konu olarak ele almışlardır. Yaşam alanlarının ekolojik olarak dönüşümünün kazanca dönüşmesini ve turizm yönünün ön plana çıkartılmasından bahsetmişlerdir. Ayrıca benimsenen bu yeni yaşam tarzında edinmesi gerekilen temel ilkelere odaklanılmış ve bu yerleşim alanlarının planlanmasında göz önünde bulundurulacak kritik noktaları tanımlamışlardır.

Literatürde yapılan teorik çalışmalara bakıldığında temelde ekolojik ve yeşil kent olarak vurgulanan yerleşim yerlerinin sahip olması gereken karakteristik özellikleri tanımlanmıştır. Ayrıca insanların bu noktada bilinçli bir şekilde hareket etmesi ve faaliyetlerinin bu kavramlara göre planlanması gerektiği ön plana çıkartılmıştır. Bu kavramların uygulama çalışması olarak gerçek hayata aktarıldığı çalışmalara bakıldığında ise, tek bir ana tema üzerinde hemfikir olunduğu görülmektedir. Bu ana tema ise insan ve çevre arasındaki dengedir. Eşbah (2006) Aydın kentindeki parkların ekolojik kalite kriterleri açısından incelemesini yapmıştır. Araştırmasını yaptığı 47 park üzerinde bu kriterlerin dikkate alınma oranın yetersiz kaldığını ve parkların bu kriterlere göre geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ma (2009) uygulamasını gerçekleştirdiği Çin bölgesinde, nüfus yoğunluğunun tüketim oranının artışında en büyük faktör olduğunu ve eko-şehirlerin kurulmasındaki aciliyet oranına dikkat çekmektedir. Bu konuda ele aldığı çalışmasında bir kıyı eko-kentinin nasıl inşa edileceği konusundaki önerilerini sunmuştur. Yine aynı bölge üzerinde uygulaması yapılan bir diğer çalışmalarda ise (Hald, 2009), Joss ve Molella (2013) Çin'deki kentsel gelişmeyi ve bu konudaki yaşanılan zorlukları ele almıştır. Uygulama yaptığı şehirlerdeki eko-kent yaklaşımının arka planındaki dinamik yapıyı ve süreçleri tartışmıştır.

Polat (2012) Konya ilinde parkların kalite ve doğallık açısından incelemesini yapmıştır. Araştırma yaptığı dört park üzerinde kent parkı kriterlerinin taşındığı sonucunda varmıştır. Mansuroğlu vd. (2012) çalışmasında ise Antalya ilindeki ekolojik kentleşmenin sürdürülebilirliğini ele almıştır. Uygulama yaptıkları ilde yaşanılan çevre sorunlarına dikkat çekmişlerdir. Aynı zamanda ekolojik açıdan gelişimin sağlanabilmesi için önerilerde bulunmuşlardır. Bostancı (2014) eko belediyecilik uygulamalarının ülkemizdeki yansımalarına odaklanmıştır. Bu modellerin ülkemizde uygulanabilmesi için oluşturulmuş kent konseyleri ile çevresel bilincin geliştirilmesi için çalışılan yaklaşımları aktarmıştır. Jong vd. (2016) düşük karbonlu şehir politikalarına ve eko-kent faaliyetlerine dikkat çekmişlerdir. Bununla ilgili uygulamalarının yapılmaya başlandığı Çin ülkesinde yapılan girişimlerin etkililiğine ve süreçlerde yaşanılan sorunların temeline odaklanmışlardır. Rutherford (2019) eko-kent yaklaşımın temel gerekliliklerinden biri olan altyapı sistemlerinin geliştirilmesi üzerin odaklanmıştır. Ele aldığı Stockholm uygulama bölgesi için enerji-atık-su sistemlerinin yeniden yapılandırılması gerektiğini önermiştir. Oğuzhan (2019) Türkiye'deki büyükşehir belediyeleri üzerinde yaptığı uygulamasında akıllı kentleşmenin iç durum değerlendirmesini ve dış çevre analizini yaparak sonuçlara göre önerilerde bulunmuştur.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, eko-kent uygulamaları ve temel ilkeleri üzerinde durulduğu görülmektedir. Bu uygulamalarının gerçekleştirilirken süreçlerin sonunda başarı elde edilmesi gerektiği ön plana çıkartılmaktadır. Ancak bu başarının elde edilmesinde etkili olan faktörlerin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada da eko-kent uygulamalarının temel başarı faktörleri incelenmiştir. Bu faktörlerden hangilerinin en çok etkisinin olduğu oransal olarak ifade edilmiştir. Bu faktörlerin aralarındaki etkileşim dikkate alınarak birbirlerine göre etkisi hesaplanmıştır. Hesaplama sürecinde süreçler üzerinde etkili olan faktörlerin aralarındaki etkileşimin ve ilişkinin dikkate alınabildiği ve geri beslemelerden faydalanılabilmesine olanak sağladığı çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik ağ süreci yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda da eko-kent uygulamaları için en önemli olan başarı faktörü belirlenmiş ve kent yöneticilerinin bu faktörlere göre faaliyetlerini gerçekleştirmeleri için yeni bir bakış açısı kazandırılması hedeflenmiştir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde çalışmanın çözüm sürecinde kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik ağ süreci yöntemi ve uygulama adımları

aktarılmıştır. Üçüncü bölümde eko-kent uygulamalarının temel başarı faktörlerinin analizi yapılmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

2. ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİ

Analitik ağ süreci (AAS) yöntemi, çok ölçütlü karar verme yöntemleri arasında sıklıkla kullanılan, karar verme problemlerinde kriterlerin aralarındaki ilişkilere ve etkileşimlere göre değerlendirme yapan bir yöntemdir (Aksoy, 2019). 1999 yılında Saaty tarafından geliştirilen bu yöntem ile kriterler arasındaki seviyelerine göre hiyerarşik bir yapı kurulmasından ziyade aralarındaki ilişkileri dikkate alarak birbirinden bağımsız olmadığı durumlarda çözüm sunulması için düşünülmüştür. AAS yönteminin uygulama adımları temelde dört adettir (Özder, 2015):

Adım 1: Karar probleminin tanımlanması: Ele alınan problemin tanımlanması aşamasıdır (Saaty, 2013).

Adım 2: Ağ yapısının oluşturulması: Problem yapısında belirlenen kriterlerin aralarındaki ilişkiler ve etkileşimler tespit edilmektedir (Saaty, 2013).

Adım 3: İkili karşılaştırma matrislerinin kurulması: Bu aşamada karşılıklı ilişkiler sonucunda kriterlerin birbirlerine olan etkisi ölçülmektedir. Bunun için Saaty tarafından geliştirilmiş olan 1-9 skalası kullanılmaktadır (Saaty, 2013).

Adım 4: Süper matris yapılarının oluşturulması: ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen süper matrisler parçalı matris yapısına sahiptir. Süpermatrislerin her parçası sistem içindeki kriterlerin birbirlerinde göre ilişkilerini yansıtmaktadır. AAS yönteminde 3 farklı süper matris yapısı bulunmaktadır. Bunlar; ağırlıklandırılmamış, ağırlıklandırılmış ve limit süpermatristir. Limit süpermatris sonucunda nihai sonuç elde edilmektedir (Saaty, 2013).

Analitik ağ süreci yönteminin literatürde birçok alanda uygulaması bulunmaktadır. Bu uygulamalara bakıldığında, Hamurcu ve Eren (2017) ulaştırma alanında, Özcan vd. (2017) enerji alanında, Gür vd. (2018); Akça vd. (2018) sağlık alanında, Sevinç vd. (2018); Uslu vd. (2019) endüstri 4.0 alanında uygulamalar yapmıştır.

3. TEMEL BAŞARI FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Klasik yapılaşmış kentsel yaşamın çevreye olan zararlı etkilerine karşı sürdürülebilir kent sistemini oluşturabilmek zor bir süreç olarak belirtilmektedir. Sadece kentsel yapı değil enerji, atık yönetimi ve su kaynaklarını da etkin kullanabilmek kentsel yönetim ve planlama faaliyetlerine dahil olan adımlardan birisidir. Günümüzde artan tüketim oranının, insanların kaynakları bilinçsizce kullanmasının önüne geçebilmek için kentlerin doğayla dengeli bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada ön plana çıkan eko-kent modeli, ekoloji ile kentlerin birleşiminden meydana gelmektedir ve ekolojik değerleri dikkate alarak kentsel planlamaların yapılmasını içermektedir.

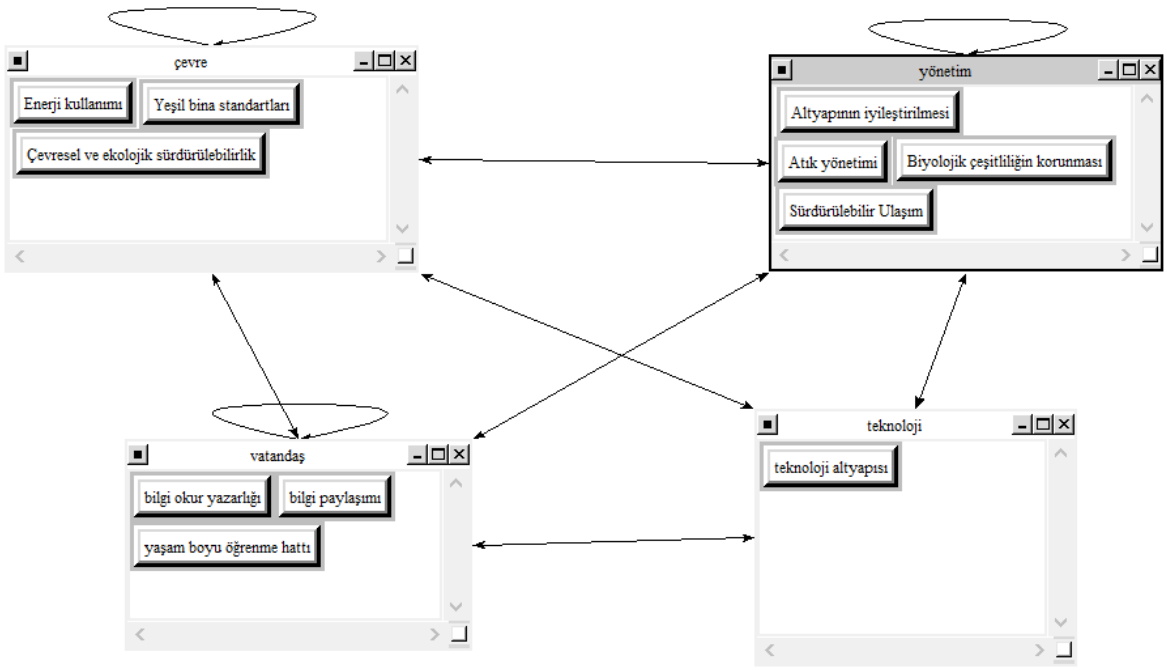
Ekonominin hızlı gelişmesi kentleşmenin yaygınlaşması, kurulan yapıların ekolojik yapıyla çatışmasına sebep olmuştur. Bu nedenle bir kentin inşasında ekolojik yapıyla denge içinde olabilmesi için bazı kilit noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu noktalar kentsel yapının gelişmesi ve ilerlemesi için temel teşkil eden faktörler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada da eko-kentlerin gelişiminin ve sürdürülebilir olabilmesi için gerekli olan temel başarı faktörlerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu faktörlerin yapısına bakıldığında aralarında görülen ilişki ve etkileşim sebebiyle analitik ağ süreci yöntemi ile değerlendirilmesi

yapılmıştır. Analitik ağ süreci yönteminin ilk aşamasında problemin yapısı ve kriterler/alt kriterler tanımlanmıştır. Problem üzerinde etkili olan faktörler Huang vd. (2019) çalışması, literatürdeki çalışmalar ve uzman kişilerin görüşleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Tablo 1'de kriterlerin ve alt kriterlerin yapısı gösterilmektedir.

Tablo 1. Kriterler ve tanımlaması

Kriter	**Alt Kriter**
Teknoloji	Teknoloji altyapısı
Vatandaş	Bilgi okuryazarlığı
	Bilgi paylaşımı
	Yaşam boyu öğrenme hattı
Çevre	Çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik
	Enerji kullanımı
	Yeşil bina standartları
Yönetim	Sürdürülebilir Ulaşım
	Altyapının iyileştirilmesi
	Biyolojik çeşitliliğin korunması
	Atık yönetimi

Kentlerde eko-kent modelinin uygulanabilmesi ve geliştirilebilmesi için dikkat edilmesi gereken temel başarı faktörleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Kriterlerin yapısına bakıldığında, bir kent yapısı üzerinde etkili olabilecek ve ekoloji ile uyum sağlamasında etkili olabilecek tüm faktörler görülmektedir. Kentler üzerinde teknolojik alt yapısının sağlam bir şekilde kurulması ve devamlılığının sağlanabilmesi, vatandaşların yaşam kalitesini arttırmada ve sosyal ve ekonomik açıdan verimliliğin artmasına neden olabilmektedir. Aynı zamanda kentsel yapıda bilgi seviyesinin artması, vatandaşların sürekli öğrenmeye açık olması da sosyal ve çevre bilincini arttırmada önemli bir faktördür. Sanayileşmenin artması ile kentsel yapıların yaygınlaşması nüfusun ve dolayısıyla tüketim oranlarının da artmasını beraberinde getirmiştir. Bilgi ve teknolojinin etkin ve kompakt bir yapıya sahip olduğu kentlerde hem sosyal ilişkiler artmakta hem de ekoloji açıdan bilincin ve farkındalığın da artmasını sağlamıştır. Bu kentlerin geliştirilmesi ve bilincin ve farkındalığın arttırılmasında yönetim faktörünün önemi büyüktür. Kent yöneticilerinin ekolojik dengeyi korumak adına gerçekleştirdikleri çabalar klasik kentleşmeden kaynaklanan sorunların önüne geçilmesine, alt yapı sistemlerinin iyileştirilmesine ve geliştirilen eko-kent modelin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Bu noktada aralarındaki ilişkilerin ön plana çıktığı faktörlerin etkileşimlerini dikkate alan analitik ağ süreci yöntemi kullanılmıştır. Analitik ağ süreci yönteminde faktörlerin aralarındaki etkileşim ve ilişkiden faydalanılarak ağ yapısı kurulmaktadır. Bu ağ yapısına göre kriterlerin birbiri üzerindeki etkisi değerlendirilmektedir. Şekil 1'de kriterlerin birbirine göre etkisini gösteren ağ yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1. Kriterler arası ağ yapısı

Şekil 1'e bakıldığında çevre kriteri ile yönetim kriteri altındaki alt kriterler karşılıklı olarak birbirini etkilemektedir. Bu duruma benzer etkileşimlerde diğer alt kriterler arasında oluşturulmuştur. Bu etkileşim ve ilişkiler sonucunda ise ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırma matrislerinde kriterlerin birbirine göre etkisi değerlendirilmektedir. Bunun için Saaty'nin 1-9 skalası kullanılmaktadır. Tablo 2'de Saaty'nin 1-9 skalası gösterilmektedir.

Tablo 2. Saaty'nin 1-9 skalası

Önem Derecesi	**Tanım**
1	Eşit önemli
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Aşırı derecede önemli
2,4,6,8	Ara değerler

Tablo 2'de verilen skalaya göre ikili karşılaştırma matrislerinde kriterlerin birbirine göre etkisi belirlenmektedir. Bu değerlendirme yapılırken uzmanların görüşlerinden faydalanılmaktadır. Birbiri üzerinde etkili olan her bir kriter değerlendirmesi için uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Analitik ağ süreci yönteminin adımlarından biri olan ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra süper matris yapıları kurulmaktadır. Bu adımda süper matris yapısının oluşturulması ve kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için Super Decision paket programı kullanılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Kriter ve alt kriter ağırlıkları

Kriter	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
Akıllı teknoloji	0,131344	Teknoloji altyapısı	1
Vatandaş	0,343886637	Bilgi okuryazarlığı	0,33803
		Bilgi paylaşımı	0,38601
		Yaşam boyu öğrenme hattı	0,27596
Akıllı çevre	0,290975699	Çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik	0,38352
		Enerji kullanımı	0,51025
		Yeşil bina standartları	0,10623
Yönetim	0,233793965	Sürdürülebilir Ulaşım	0,26413
		Altyapının iyileştirilmesi	0,28371
		Biyolojik çeşitliliğin korunması	0,24262
		Atık yönetimi	0,20954

Elde edilen sonuçlara bakıldığında ana kriterler arasında vatandaş kriteri %34 oranı ile ilk sırada çıkmıştır. Bu sonuçları %29'luk oranla çevre kriteri takip etmektedir. Üçüncü sırada ise yönetim ana kriteri %24 ağırlığındadır. Son sırada ise %13 oranı ile akıllı teknoloji gelmektedir. Vatandaş ana kriteri altında bulunan alt kriterler arasında %39 ile bilgi paylaşımı, çevre ana kriteri altındaki alt kriterler arasında %51 ile enerji kullanımı, yönetim ana kriteri altındaki alt kriterler arasında %28 ile alt yapının iyileştirilmesi alt kriteri ön plana çıkmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojinin gelişmesiyle ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir olması için dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan birisi enerji kullanımıdır. Doğal kaynakların güvence altında alınması, tüketim sonucu oluşan zararların önüne geçilmesi, çevreye zarar verebilecek faaliyetlerin önlenmesi ile ekolojinin korunması mümkün olmaktadır. Hızlı gelişen ekonominin sonucu olarak kentleşmenin de hızla yayılması doğanın ikinci plana atılmasına sebep olmuştur. Günümüzde doğal kaynakların öneminin yavaş yavaş ön plana çıkmasıyla kent sistemleri de sürdürülebilirlik yaklaşımını benimseye ve buna yönelik çabalar sarf edilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda ekolojik açıdan sürdürülebilir bir yaşam tarzının benimsenmesi, çevre ile şehrin uyumlu hale getirilme isteği ile eko-kent modeli ortaya çıkmıştır. Eko-kent modeli ulaşım, enerji, su ve atık yönetimi gibi kavramları içermektedir. Kentin her bir parçasının ve işlevinin bu kavramları gözeterek geliştirilebilmesi için dikkate alması gereken temel faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler klasik kent yaşamının eko-kent olma yolunda sürdürülebilir kılınması ve başarılı bir şekilde uygulamaya devam edilmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada da eko-kentler için temel başarı faktörleri problemi ele alınmıştır. Çevre ve doğal kaynaklar ile bütünleşik bir şekilde şehir planlaması ve tasarımının sağlanması için bu faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Problemde ele alınan başarı faktörlerinde bakıldığında teknoloji ana kriteri altında teknoloji alt yapısı alt kriteri, vatandaş ana kriteri altında bilgi okuryazarlığı, bilgi paylaşımı, yaşam boyu öğrenme hattı alt kriterleri, çevre ana kriteri altında çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik, enerji kullanımı, yeşil bina standartları alt kriterleri, yönetim ana kriteri altında sürdürülebilir ulaşım, altyapının iyileştirilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve atık yönetimi alt kriterleri bulunmaktadır. Her bir kriter eko-kent modelinin uygulanmasında ve devamlılığında kritik bir rol oynamaktadır. Bu kriterlerin, bu başarı faktörlerinin değerlendirilmesi için çalışmada, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden

analitik ağ süreci yöntemi kullanılmıştır. Kriterlerin aralarındaki etkileşim ve ilişkiler dikkate alınarak ağ yapısı oluşturulmuştur. Bu ağ yapısında göre de ikili karşılaştırma matrisleri kurulmuştur. Uzman görüşü ile bu ikili karşılaştırma matrislerinde kriterlerin birbirlerine göre etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda ise vatandaş ana kriteri ön plana çıkmıştır. Yaşamın temelinde insan varlığı olduğu için bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesini, planlamasını ve tasarlanmasını yapacak olan da insandır. Bu noktada insanların çevresel bilincin ve farkındalığın oluşturulması da bilgiden geçmektedir. Bilgili olan insan ve bu bilgisini paylaşmayı bilen insan çevre zincirini diğer insanlar ile birlikte kurabilecek ve yaşam standartlarını bu bilince göre tasarlayabilecektir. Bu noktada bilginin ve bilgi paylaşımının önemi ön plana çıkmaktadır. Çevresel açıdan da kentlerin sistematik olarak düzenlenmesi ve yaşanabilir bir alan inşa edilebilmesi eko-kent modeli için diğer gerekliliklerden biridir. Enerji kullanımında dikkatli olmak, karbon salınımını azaltmak için yenilebilir enerji kaynaklarını kullanmak hem çevre kirliliğinin önüne geçmekte hem de biyo-çeşitliliğin korunmasını sağlamaktadır.

Ekolojik kentsel planlama çalışmalarının devam edilmesi, daha yaşanılabilir bir dünya ve çevre sağlanmasına fayda sağlamaktadır. Bu çalışma sonucunda temel başarı faktörleri için elde edilen ağırlıklara dikkat edilerek eko-kent planlama ve tasarımı gerçekleştirilmesi, bu çalışmaların sürdürülebilirliği açısından önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmanın devamı olarak ileride yapılacak diğer çalışmalar ise bu uygulamalarda karşılaşılan zorlukların analizini içerebilir. Aynı zamanda klasik kent yaşamı ile eko-kent yaşamında doğaya olan etkilerinin analizi karşılaştırmalı olarak sunulabilir.

KAYNAKÇA

Aksoy, E. (2019). "Analitik Ağ Süreci ile Tedarikçi Seçimi ve Araç Kiralama Sektöründe Bir Uygulama" Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Asımgil, B. (2017). Eko Köylerin Tanımlama Yaklaşımlarına Göre Karakteristik Özelliklerinin Saptanması. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 18(2), 95-111.

Akça, N., Sönmez, S., Gür, Ş., Yılmaz, A., Eren, T. (2018). Kamu Sahipliğindeki Hastanelerde Analitik Ağ Süreci Yöntemi ile Finansal Yönetici Seçimi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 133-146.

Bostancı, S. H. (2014). Türkiye'de Eko Belediyecilik Modelinin Uygulanabilmesi Üzerine Yaklaşım. *Planlama Dergisi*, 24(1), 4-5.

Cao, S., Li, C. (2011). The exploration of concepts and methods for low-carbon eco-city planning. *Procedia Environmental Sciences*, 5, 199-207.

Caprotti, F. (2014). Eco‐urbanism and the Eco‐city, or, Denying the Right to the City?. *Antipode*, 46(5), 1285-1303.

Çetinkaya, Z., Ciravoğlu, A. (2016). Sürdürülebilir Yerleşim Modellerinin Karşılaştırılması: Eko-Kent ve Yavaş Kent. *İdealkent*, 7(18), 246-267.

de Jong, M., Yu, C., Joss, S., Wennersten, R., Yu, L., Zhang, X., Ma, X. (2016). Eco city development in China: addressing the policy implementation challenge. *Journal of Cleaner Production*, 134, 31-41.

Eşbah, H. (2006). Aydın'da kent parklarının bazı ekolojik kalite kriterleri yönünden irdelenmesi. *Ekoloji*, 58, 42-48.

Grydehøj, A., Kelman, I. (2016). Island smart eco-cities: innovation, secessionary enclaves, and the selling of sustainability. *Urban Island Studies*, 2, 1-24.

Gürsoy, O. (2019). "Akıllı Kent Yaklaşımı ve Türkiye'deki Büyükşehirler İçin Uygulama İmkânları" Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Gür, Ş., Uslu, B., Eren, T., Akça, N., Yılmaz, A., Sönmez, S. (2018). Analitik Ağ Süreci Yöntemi Kullanılarak Hastanelerde Ameliyathane Performansının Değerlendirilmesi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3 (3), 10-25.

Hald, M. (2009). Sustainable urban development and the Chinese eco-city: concepts, strategies, policies and assessments (Master's thesis). Centre for Development and the Environment University of Oslo

Hamurcu M., Eren T. (2017). Raylı Sistem Projeleri Kararında AHS-HP ve AAS-HP Kombinasyonu. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3 (3), 1-13.

Huang, Z., Gao, J., Liu, R. (2019). Discussion on the Key Success Factors of Developing Smart Eco-city based on Analytic Hierarchy Process. *Ekoloji Dergisi*, (107).

Işıldar, G.Y. (2012). 2011 Avrupa Yeşil Başkenti Hamburg: Eko-Kent Kriterleri ve Performans Göstergeleri Açısından İncelenmesi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(23), 241-262.

İnternet Kaynağı: http://www.habitat.org.tr/ekokent/677-ekokent-ecocity.html. Erişim Tarihi: 28.11.2019.

Joss, S., Cowley, R., Tomozeiu, D. (2013). Towards the 'ubiquitous eco-city': an analysis of the internationalisation of eco-city policy and practice. *Urban Research & Practice*, 6(1), 54-74.

Joss, S., Molella, A.P. (2013). The eco-city as urban technology: Perspectives on Caofeidian international eco-city (China). *Journal of Urban Technology*, 20(1), 115-137.

Kenworthy, J.R. (2006). The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development. *Environment and urbanization*, 18(1), 67-85.

Mansuroğlu, S., Kınıklı, P., Saatcı, B. (2012). Antalya'da kentsel gelişimin ekolojik açıdan değerlendirilmesi ve sürdürülebilirlik kapsamında önerilerin geliştirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(3), 255-264.

Özder, E.H. (2015). "Tedarikçi seçiminde analitik ağ süreci ve hedef programlama tekniklerinin entegrasyonu: Örnek olay çalışması" Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Özcan, E.C., Ünlüsoy, S., Eren, T. (2017). ANP ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *Selcuk University Journal of Engineering, Science and Technology*, 5 (2), 204-219.

Polat, A.T. (2012). Kent Parklarında Görsel Kalite ve Doğallık Derecesi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(3), 85-92.

Rutherford, J. (2020). Infrastructure Integration and Eco-City Futures: Permeability and Politics of the Closed Loop of Hammarby Sjöstad. In Redeploying Urban Infrastructure (pp. 123-155). Palgrave Macmillan, Cham.

Saaty, T. L. (2013). Analytic network process (pp. 64-72). Springer US.

Sevinç, A., Gür, Ş., Eren, T. (2018). Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry 4.0 Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process. *Processes*, 6(12), 264.

Tosun, K. E. (2013). Sürdürülebilir kentsel gelişim sürecinde kompakt kent modelinin analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 103-120.

Tosun, E. K. (2017). Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Kent Söylemi. Bolu Abant İzzet *Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(4), 169-189.

Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T. (2019) Endüstri 4.0 Uygulaması İçin En İyi Strateji Seçiminin AAS ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-B Teorik Bilimler*, 7(1): 13-38.

Qiang, M. (2009, November). Eco-city and eco-planning in China: taking an example for Caofeidian eco-city. In Proceedings of the 4th International Conference of the International Forum on Urbanism (pp. 511-520).

Egzersizin Troid Hormanları Üzerine Etkileri

[1]Songül Doğanay

[1]Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Sakarya/Turkiye

ÖZET

Egzersiz, vücut iç dengesinde değişiklikler oluşturan stresli bir durumdur ve egzersizde oluşan hücresel hasarın yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Egzersiz sırasında metabolik talep artar. Artan metabolik taleple birlikte yüksek termogenez ısı dağıtıcı vazodilatasyon tarafından dengelenmeye çalışılır. Bu durumda, metabolizma hızı ve oluşan termogenez tiroid hormonları tarafından düzenlenir.

Yapılan çalışmalarda uzun süreli antrenman yapanlarda kontrol gruplarına oranla troid hormon yoğunluklarında artış olmasının, metabolik olarak performansa olumlu etkiler yapabileceğini düşündürmektedir. Tiroid hormonları uzamış ağır egzersizlerde artar. Ağır egzersizden hemen sonra kanda T3 ve T4 konsantrasyonları artmakta egzersizden sonraki birkaç gün içinde egzersizden önceki değerlerin de altına düşmektedir. Uzun süreli submaksimal egzersizler sonrasında TSH yükselebilir, egzersiz anında düşer. TSH daki bu uzamış ve belirgin yükselme egzersiz nedeniyle tiroid hormonlarındaki periferal eksilmeden kaynaklanır. T3 ve T4'ün kanda eksikliği hipofizden TSH salgısını uyarır.

Literatürdeki araştırma bulguları değerlendirildiğinde; Egzersizin TSH salınımı konusunda fikir birliğinin sağlanamadığını, egzersizin tipi, yoğunluğu ve süresinin TSH salınmasını etkileyebileceği gibi akut ya da kronik yapılan egzersizlerin serum tiroid hormon seviyelerinde değişimler oluşturabileceği belirtilmektedir. Uzun dönem değişikliklerle kısa dönem değişikler arasında farklılıklar olabileceğini, egzersizin sonlandırılmasıyla bu durumun düzelebileceğini ve bunun da hemokonsantrasyondan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Troid hormonları, TSH.

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin giderek hayatımıza hakim olması ile beraber hareketsiz yaşam tarzı her geçen gün artarak toplum sağlığını olumsuz yönde etkileyen genel bir sağlık problemi olarah görülmektedir. Egzersizin vücutta fiziksel, fizyolojik ve psikolojik sağlık prametrelerine olumlu etkilerinin yanı sıra, özellikle organizmayı zorlayan ağır egzersizler

strese neden olmaktadır (1). Egzersiz başlangıçta vücutta homeostatik dengeyi (iç denge) bozan stresli bir durumdur. Oluşan stres durumlarına karşı vücutta ekstrasellüler ortam (iç ortam) koşullarının karalı ve sabit tutulmasını sağlayan otonomik sistemler mevcuttur. Homeostazisin devamlılığı sinir sistemi ve endokrin sistemin birlikte değişen denge durumunun yeniden kurulmasını sağlaması ile sağlanır (2).

Egzersiz, metabolik, hormonal, kardiyovasküler ve immünolojik değisikliklere yol açan önemli fiziksel bir stresördür. Egzersizin vücuttaki etkileri akut ve kronik olmak üzere iki farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Akut etki, tek bir seans yapılan egzersiz periyodu sonucunda oluşan değişikliklerdir. Kronik etkki ise düzenli aralıklarla sürekli tekrarlayan egzersiz periyotları sonucunda oluşan değişikliklerdir (3). Egzersiz bazı hormonların plazma değerlerinde artma veya azalma şeklinde bazı değişikliklere yol açar. Bu artma yada azalma hormonu salgılayan endokrin bezin salgısındaki değişmeleri yansıtırken hormonun metabolik ömrü veya kandan uzaklaştırılma hızındaki değişmeler ve hemokonsantrasyonun etkileri de egzersizin neden olduğu değişikliklerden sorumludur (2, 4). Egzersiz esnasında hormonların plazmada artan konsantrasyonlarından çok, hormon etkisinin ne kadar sürdüğü önemlidir. Bazı hormonların etkisi ve parçalanması saniyeler içinde tamamlanırken bazı hormonların etkisi saatler hatta günler sürebilmektedir. Hormonal etkinin derecesi vücudun egzersiz öncesi durumuna bağlıdır (5).

TARTIŞMA

Tiroid Hormonlarının Egzersize Olan Etkileri

Tiroid bezinde tiroksin (T4) ve triiodotironin (T3) hormonlarının sentezi bez içinde gerçekleşmektedir. T4'ün etkisiyle; karbonhidratların kullanımı ve mitokondrilerde oksidatif enzimlerde artış nedeni ile dayanıklılık egzersizlerinde performans artar. Mitokondri sayısının ve aktivitesindeki artış ile ATP yapımı hızlanır. Glikoliz ve glikoneogenez artar. Bu etkiler egzersizde glukoz kullanımını artırır. Serbest yağ asitlerinin salınımı ve kullanımını artırarak dayanıklılığın artışını sağlar. Yine T4'ün etkisi ile protein sentezinin artması sonucunda kasta hipertrofiyi gerçekleşmesine katkı sağlar(6).

Egzersizde tiroid bezinin yanıtı hipertiroi ile benzerlik göstermeksine karşın sporcuların risk bölgesinde olduğuna dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Egzersize hormonal cevap hipertiroidin klinik belirtilerini göstermez. Yani; bazal metabolizma artışı, ısıya intolerans, terleme artışı, kilo kaybı, güçsüzlük, sinirlilik egzersize tiroid hormon cevabında görülmez(7).

Egzersizin süresi ve şiddeti aktivite anında dolaşımdaki tiroid hormon düzeylerinin değişmesini etkilemektedir. Örneğin; Orta yoğunlukta yüzme veya 90 dakika bisiklet ergometresinde pedal çevirme egzersizinde tiroid hormon konsantrasyonları değişmemektedir. Premachandra ve ark.(8) çalışmalarında, yüzme ve bisiklet egzersizinden önce, egzersizden 60 ve 90 dk sonra T3 ve T4 hormonlarındaki değişikliği incelemişler. Çalışma sonucunda egzersizin tiroid hormonlarının düzeylerine küçük değişiklikler dışında etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. Uzun süreli submaksimal veya kısa süreli maksimal performanslarda da değişiklik yoktur Schürmeyer ve ark. (9) Harbili ve ark.(10) genç hentbol oyuncularına 6 hafta boyunca birer gün arayla 6 tekrarlı maksimal (6 TM) kuvvet antrenmanı uygulamışlar. Tek bir antrenman dozunun etkisi ile 6 haftalık antrenmanın gerek bazal ve gerekse antrenman sonrası hormon değerlerine etkisini ortaya koyabilmek için; ilk ve son antrenman öncesi ve sonrası kan örnekleri alınarak hormon seviyelerini ölçmüşler. Antrenman periyodunun başlangıcında ve sonunda vücut kompozisyonu, bacak, sırt ve pençe kuvvet değerleri ölçülmüş. Çalışma periyodunun ilk ve son antrenmanında T4 de artış, dinlenim hormon değerlerinde ise 6 haftalık kuvvet antrenmanının bir değişikliğe yol açmadığı görülmüştür. Sonuçta, kan hormon konsantrasyonu egzersize akut yanıt gösterirken, 6 haftalık antrenmanın bazal hormon düzeyinde bir değişikliğe yol açmadığı bulunmuştur.

Tiroid hormonları uzamış ağır egzersizlerde (örneğin 70 km lik yarış gibi) artar. Ağır egzersizden hemen sonra T3 ve T4 konsantrasyonları artmaktadır. Egzersizden sonraki birkaç gün içinde egzersizden önceki değerlerin de altına düşmektedir. Yüksek düzeydeki TSH tiroid bezinden tiroid hormonu salınımını artırmaktadır. Egzersizden hemen sonra oluşan T3 ve T4 artışı, TSH'ın tiroid bezi üzerindeki erken etkisine bağlı olabileceği ileri sürülmektedir. Egzersiz sonrası T3 veT4 azalmasının nedenin ise; tiroid bezi hücrelerinin artan hormon ihtiyacını karşılayacak yeteneğe sahip olmamalarından kaynaklanmaktadır. Bu da TSH'ın birkaç gün yüksek kalmasına neden olmaktadır(6).

Uzun süreli submaksimal egzersizler sonrasında TSH yükselebilir, egzersiz anında düşer. TSHdaki bu uzamış ve belirgin yükselme egzersiz nedeniyle tiroid hormonlarındaki periferal eksilmeden kaynaklanır. T3 ve T4 ün eksilmesi hipofizden TSH salgısını uyarır. Akıl ve ark.(11) Sedanter bireylere yaptırılan akut egzersizin, Tiroid hormon metabolizması üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada; 14 sedanter erkek deneklere Bruce protokolüne göre koşu bandının hız ve eğimi üçer dakikalık aralıklarla artırılarak egzersiz yaptırılmış. Deneklerden; egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden 24 saat ve egzersizden 48 saat sonra kan örnekleri alınmış. Alınan kan örneklerinde serum TSH, T3, T4 düzeylerine bakılmış. Sedanter bireylere yaptırılan akut submaksimal egzersiz protokolünün,

serum TSH, T3 ve T4 seviyelerinde önemli azalmalara neden olduğu, egzersizden 48 saat sonra ise normal düzeylerine yaklaştığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, sedanter bireylere yaptırılan akut egzersizin serum TSH, T3 ve T4 düzeylerinde önemli azalmalara neden olduğu söylenebilir.

Ciloğlu ve ark. (12) farklı yoğunluklarda akut aerobik egzersiz'in troid hormonları üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; 60 erkek atlete; % 45 (düşük yoğunlukta) %70 (orta yoğunlukta) %90 (şiddetli yoğunlukta) bisiklet ergometresinde, Her 3dkda bir yoğunluk artırılarak toplam 9 dk egzersiz yaptırılmış. Yoğunluk artırılırken 30 sn içinde deneklerden kan örnekleri alınmış. TSH, T4 ve serbest T4 sürekli artarken T3 ve serbest T3 % 70 ten sonra azalmaktadır. Fortunato ve ark.(13) Ratlara akut maximal egzersizden hemen sonrasında ve egzersiz tamamlandıktan sonra 30., 60., 120., dk sonrasında alınan kan örneklerinde hormon düzeyleri ölçülmüş. Egzesizden hemen sonra T3 seviyelerinin azalma, T4 seviyelerinin ise arttığını belirtmişlerdir. Egzersizden 60 ve 120. dk sonra T3/ T4 oranın azaldığını ve T4-T3 dönüşümünün bozulduğunu raor etmişlerdir. Dolaşımdaki T4'ün %80'ninin T3'den meydana geldiğini, T4 seviyesinde oluşan artmanın bozulmuş T4-T3 seviyesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir(13). Beyleroğlu(14)'nun erkek hokey oyuncularında aşamalı mekik çekme (maximum düzeyde) egzersizinin troid hormonları üzerine etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada; Sporculardan; egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, egzersizden 1 saat sonra kan örnekleri alınmış. Çalışma sonucunda 3 ölçümden sonra TSH, serbest T4 ve serbest T3 hormon düzeylerinde değişiklik olmadı, fakat TSH ve serbest T3'ün egzersizden 1 saat sonra düştüğü, serbest T4'te ise değişikliğin olmadığı bulunmuştur.

SONUÇ

Tüm bu araştırıcıların bulguları bir arada değerlendirildiğinde; Egzersizin TSH salınımı konusunda fikir birliğine varılamadığı, egzersizin tipi, yoğunluğu ve süresinin TSH salınmasını etkileyebileceği gibi akut ya da kronik yapılan egzersizlerin serum tiroid hormon seviyelerinde değişimler oluşturabileceği belirtilmektedir. Uzun dönem değişikliklerle kısa dönem değişikler arasında farklılıklar olabileceğini, egzersizin sonlandırılmasıyla bu durumun düzelebileceğini bunun hemokonsantrasyondan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Civan A., Özdemir İ., Gencer YG., Durmaz M. Egzersiz ve Stres Hormonları. Türkiye Spor Bilimleri Dergisi. 2(1):1-14.
2. Koz M., Akgül MŞ., Atıcı E. Egzersizin Endokrin Sistem Üzerine Etkileri ve Hormonal Regülasyonlar. Turkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics. 2016;2(1):48-56.

3. Demir M., Filiz K. Spor egzersizlerinin insan organizmasi üzerindeki etkileri. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi. 2004;5:109-140.
4. Günay M., Kara E., Cicioğlu İ. Endokrinolojiye Giriş. Egzersiz ve Antrenmana Endokrinolojik Uyumlar. 2. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi. 2006;1-21.
5. Sakir B. The analyze of hematological parameters of elite women taekwondoers before and after training. Pamukkale Spor Bilimleri Dergisi. 2010;1(2):1-16.
6. Mitat K. Egzersizin Endokrin Sistem Üzerine Etkileri ve Hormonal Regülasyonlar. Turkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics. 2016;2(1):48-56.
7. İnce Dİ., Akut ve Kronik Egzersizin Sistemler Üzerine Etkisi (Endokrin, Kardiyorespiratuar, Kas-İskelet Sistemi, Nöromusküler). Turkiye Klinikleri Physiotherapy and Rehabilitation-Special Topics. 2016;2(1):7-11.
8. Premachandra B, Winder W, Hickson R, Lang S, Holloszy J. Circulating reverse triiodothyronine in humans during exercise. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1981;47(3):281-288.
9. Schürmeyer T, Jung K, Nieschlag E. The effect of an 1100 km run on testicular, adrenal and thyroid hormones. International journal of andrology. 1984;7(4):276-82.
10. Harbili S., Özergin U., Harbili E., Akkuş H. Kuvvet Antrenmaninin Vücut Kompozisyonu Ve Bazi Hormonlar Üzerine Etkisi. Spor Bilimleri Dergisi. 2005;16(2):64-76.
11. Akıl M., Kara E., Biçer M., Acat M. Submaksimal Egzersizin Sedanter Bireylerdeki Tiroid Hormon Metabolizmasi Üzerine Etkileri. Journal of Physical Education & Sports Science/Beden Egitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2011;5(1).
12. Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, İlhan N, Saygin O, et al. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. Neuroendocrinology letters. 2005;26(6):830-840.
13. Fortunato RS., Ignacio DL., Padron AS., et al. The effect of acute exercise session on thyroid hormone economy in rats. Journal of Endocrinology. 2008;198(2):347-354.
14. Beyleroglu M. The effects of maximal aerobic exercise on cortisol and thyroid hormones in male field hockey players. African journal of pharmacy and pharmacology. 2011;5(17):2002-2006.

Nikotin Bağımlılık Düzeyi ve Uyku Kalitesi İndeksi Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

[1]Songül Doğanay, [2]Şeyma Trabzon, [3]Seda Göger

[1]Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Sakarya/Turkiye

[2]Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sakarya/Turkiye

[3]Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sakarya/Turkiye

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, üniversite eğitimi alan sigara içen öğrencilerde nikotin bağımlılık düzeyi ile sağlıklı yaşam biçimi davranışları düzeyi arasındaki ilişkinin belirlenmesini amaçlandı.

Bu çalışma bir üniversitede sağlık alanında öğrenim gören ve sigara içen 67 gönüllü 1.ve 2. sınıf üniversite öğrencileri ile yapıldı. Öğrencilerin sosyodemografik durumlarını belirlemek amacı ile bilimsel kaynaklar desteği ile hazırlanan anket formu kullanıldı. Nikotin bağımlılık düzeyi Fagerström Nikotin Bağımlılık Testi (FNBT), uyku kalitesi indeksini belirlemek için Pittshburh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) Ölçeği kullanıldı ve istatistiksel analizler yapıldı. Çalışmaya katılanların % 64,2'si kadın, % 97'si bekar, % 55,2'sinin gelir durumu gidere eşit, %50,7'sinin anne öğrenim durumu, %38,8'inin baba öğrenim durumu ilköğretim düzeyidir. Öğrencilerin % 46,3'ü yurtta kalmaktadır. Katılımcıların hepsi sigara kullanmakta olup % 58,7'si lisede sigara kullanmaya başlamış ve %31,3'ünün anne, baba ve kardeşi sigara kullanmaktadır. Sigaraya devam etme nedeni olarak katılımcıların % 41,8'inin zevk aldıklarını, % 32,8'i ise arkadaş etkisi ile sigaraya başladıklarını ifade etmiştir. Araştırmaya katılanların % 67,2'si alkol kullanmamakta olup, alkol kullananların % 23,9'u ayda bir kez alkol tüketmektedir. Katılımcıların bağımlılık düzeylerine bakıldığında ise bayan öğrencilerin % 22'si düşük, 40'ının orta düzeyde bağımlı oldukları görüldü. Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi alt bileşenleri ve toplam puanı ile FNBT ölçeği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (P>0,05).

FNBT kullanarak yapılan nikotin bağımlılık düzeyi araştırmamızda bağımlılık düzeyi ile uyku kalitesi indeksi arasında anlamlı fark bulunmadı. Örneklem büyüklüğü genişletilerek çalışmanın devam ettirilmesi kanaatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Nikotin, bağımlılık, uyku kalitesi indeksi.

GİRİŞ

Sigara, neden yolduuğu sağlık problemleri nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunudur. Sigara bağımlılığı genetik ve çevresel faktörlerin bir arada rol oynadığı karmaşık bir davranıştır. Dünya sağlık örgütü (DSÖ) madde bağımlılığını *"kullanılan bir psikoaktif maddeye kişinin daha önceden değer verdiği diğer uğraşlardan ve nesnelerden belirgin olarak daha yüksek bir öncelik tanıma davranışı"* olarak tanımlar. Madde kullanımı zamanla bireyin kendisine, yakın çevresine ve topluma zarar verici düzeyde bir davranış haline gelir. Sigara içme veya dumanının solunması bir süre sona kişide fiziksel ve psişik bağımlılık oluşturur. Tütünde esas bağımlılık yapan madde nikotindir [1]. Tütün, alkol ve diğer bağımlılık yapıcı psikoaktf maddelere başlama yaşı genellikle ergenlik veya genç erişkinlik dönemidir. Ergenlik karmaşasına ek olarak üniversite yıllarının bu döneme denk gelmesi ile evden ve aileden ayrılma, yeni bir çevreye uyum, mezuniyet yaklaştıkça iş bulmaya ilişkin belirsizlikler gibi pek çok sorunlara bağlı olarak gelişen aşırı stresin üniversite öğrencilerinde tütün, alkol ve madde kullanımını arttırdığı ileri sürülmüştür [1,2].

Nikotin bağımlılığı, uyku bozukluğuna neden olan önemli faktörlerden biridir. Uyku bozuklukları ve uyku kalitesi yaş, cinsiyete, fiziksel aktivite yapma durumu, psikolojik veya kronik hastalığa sahip olma, yaşam tarzı, alkol, sigara veya diğer madde bağımlığı durumları [1]. Nikotin bağımlılığı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bazı çalışmalarda sigara bağımlılığıyla ve uyku kalitesi ile cinsiyet arasında anlamlı fark bulunurken bazı çalışmalarda ise uyku kalitesinin yaş ve cinsiyete göre farklılık göstermediği saptanmıştır. Bütün bu etkileri nedeni ile insan sağlığını doğrudan tehdit eden fiziksel, ruhsal, sosyal, ekonomik olmak üzere yaşam kalitesini olumsuz etkileyen sigara bağımlılığının anlaşılması önem taşımaktadır[2].

MATERYAL VE METOD

Amaç ve katılımcıların belirlenmesi: Bu çalışma sigara bağımlılarında uyku kalitesi düzeylerinin belirlenmesi, anlamlı fark oluşturan sosyodemografik özelliklerin tanımlanması ve sigara bağımlılığıyla uyku kalitesi arasındaki ilişkinin ortaya konması amacıyla tanımlayıcı, kesitsel ve ilişki belirleyici amacıyla yapıldı.

Araştırmaya, Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulunda okuyan sigara kullanan ve çalışmayı katılmayı kabul eden toplam 67 gönüllü katıldı. Veri toplama aşamasında öğrencilerin sözlü onamı alınarak veri toplama araçları uygulandı. Çalışmaya Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi girişimsel omayan etik kurulu tarafından onay alındıktan sonra başlandı.

Veri toplama Araçları

Katılımcıların sosyodemografik özelliklerini belirlemek amacıyla bilimsel kaynakların desteği ile hazırlanan anket formu kullanıldı. Anket formunda katılımcıların sosyodemografik durumlarını belirleyen cinsiyet, yaş, sosyal güvence, anne/baba çalışma durumu, anne/baba öğrenim durumu, aile tipi, sigaraya başlama nedenleri, alkol kullanma durumları gibi tanıtıcı özelliklerine ilişkin sorular soruldu. Anket formu ve kulanılacak ölçekler ve araştırma hakkında bilgi verildikten sonra, katılmayı kabul eden öğrencilere verilerek kendileri tarafından doldurulması istendi.

Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ): PUKİ, Buysse ve arkadaşları[3] tarafından geliştirilmiş (Cronbach's alfa=0,80), Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Ağargün ve arkadaşları tarafından yapılmış olup iç tutarlılık katsayısı 0,80 olarak bildirilmiştir. PUKİ, bir aylık bir zaman aralığındaki uyku kalitesi ve bozukluğunu değerlendiren bir öz bildirim ölçeğidir. Her birinin yanıtı belirti sıklığına göre 0-3 arasında puanlanır. Toplam puan 0-21 arasında bir değere sahiptir. Yüksek değerler uyku kalitesinin kötü, uyku bozukluğu seviyesinin yüksek olduğunu gösterir. Toplam puanın 5'in üzerinde olması klinik olarak uyku kalitesinin kötü olduğunu gösterir[4].

Fagerström Nikotin Bağımlılık Testi (FNBT): FBNT 1991 yılında Heatherton ve ark tarafından geliştirilmiştir. Türkçe geçerlik ve güvenirliği Uysal ve ark tarafından yapılmıştır [5, 6]. Bu test sigara içme zamanları miktarları ile ilgili altı sorudan oluşmaktadır ve düşük, orta, yüksek bağımlılık olarak skorlanmaktadır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan öğrencilerin %64,2'si kadın, %97'si bekar, %55,2'sinin gelir durumu gidere eşit, %50,7'sinin anne öğrenim durumu, %38,8'inin baba öğrenim durumu ilköğretim düzeyidir. Öğrencilerin %46,3'ü yurtta kalmaktadır. Katılımcıların hepsi sigara kullanmakta olup %58,7'si lisede sigara kullanmaya başlamış ve %31,3'ünün anne, baba ve kardeşi sigara kullanmaktadır. Katılımcıların sigaraya neden devam ettikleri sorgulandığında %41,8'inin zevk aldığı, %32,8'i ise arkadaş etkisi ile sigaraya başladığını ifade etmiştir.

Araştırmada öğrencilerin %34,3'ü düşük düzey nikotin bağımlısı, %58,2'si orta düzey, %7,5 ise düşük düzey nikotin bağımlısı olduğu tespit edilmiştir.

Katılımcıların bağımlılık düzeylerine bakıldığında ise bayan öğrencilerin % 22'si düşük, 40'ının orta düzeyde bağımlı oldukları görüldü. Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi alt bileşenleri ve toplam puanı ile FNBT ölçeği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (P>0,05) (Tablo 1) .

Tablo 1: Katılımcıların FNBT Ölçeği ve Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksleri Korelasyonları

PUKİ Alt Boyutları (N=67)	FNBT Ölçeği r_s*	FNBT Ölçeği p
Öznel Uyku Kalitesi	0.043	0.730
Uyku Latansı	0.062	0.616
Uyku Süresi	-0.099	0.427
Alışılmış Uyku Etkinliği	-0.117	0.350
Uyku Bozukluğu	0.214	0.082
Uyku İlacı Kullanımı	0.093	0.456
Gündüz İşlev Bozukluğu	0.039	0.753
Toplam	-0.097	0.436

r_s: Spearman Korelasyon Analizi

TARTIŞMA

Son yıllarda özellikle gelişmiş olan ülkelerde sigarayı bırakmak için oluşturulan kampanyalar ve çıkarılan yasalar ile sigara içme oranlarının önemli oranlarda azaldığını göstermektedir. Ülkemizde de özellikle kapalı alanlarda sigara içilmesi yasağından sonra sigara bırakma tedavilerine başvuran sayısında artış görülmüştür[7]. Sağlık çalışanlarının toplum tarafından örnek alınmaları ve aynı zamanda da sağlık eğitmeni olmaları nedeniyle özellikle sigara içmemeleri gerekmektedir. Sağlık çalışanlarının sigara içmesi sigaranın sağlığa etkileriyle ilgili mesajlara zarar vermektedir Bu nedenle bu grubun sigara kullanma durumu ve nikotin bağımlılık düzeylerini ve bunu etkileyen faktörleri bilmek önemlidir[8].

Çalışmamızdaki katılımcıların tamamı sigara içmekteydi. Katılımcıların bağımlılık düzeylerine bakıldığında %58,2'si orta düzeyde %34,3'ü düşük düzey nikotin bağımlısı idi.

Henüz yirmili yaşların başındaki bu genç neslin sigara içmeye devam etmesi durumunda ilerleyen yaşlarda yüksek oranda bağımlı olmaları kaçınılmazdır. Çalışmamıza katılan öğrencilerin %64,1'i kadın idi. Çalışmaki kadın oranının yüksek olmasının nedenini çalışma örneklemini oluşturan kurumdaki popülasyonda kadın cinsiyetinin çoğunlukta olmasına ve katılımcıların sigaraya bu yıllarda başlama ihtimalinin yüksek olmasına bağlamaktayız. Fakat yapılan bazı çalışmalarda

kadınlarda eğitim düzeyinin artışı ile sigara kullanımında artış olabileceği bildirilmiştir. Üniversite öğrencilerinde yapılan bir çalışmada kız öğrencilerin %41,3'ünün, erkek öğrencilerin %16,9'unun, sigaraya üniversite birinci ve ikinci sınıflarda başladığı saptanmıştır[9].

Çalışmamızda PUKİ alt boyutları ile nikotin bağımlılık düzeyi arasında anlamlı bir ilişki bulunanamıştır. Sigara içen ve içmeyenlerin uyku kalitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada uyku kaliteleri arasında yüksek düzeyde anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır[10]. Saygılı ve arkadaşları'nın üniversite öğrencileriyle yaptığı araştrmada uyku kalitesinin sigara içme durumuna göre farklılık göstermekterdiğini bildirmişlerdir[11]. Bizim çalışmamızda sigara içme durumu ve nikotin bağımlılık düzeyi arasında anlamlı farklılık çıkmamasının nedenini örneklem sayısının az olmasının etkileyebileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızın veri toplama aşaması deva etmektedir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun orta düzeyde nikotin bağımlısı olduğu bulunmuştur. Nikotin bağımlılık düzeyi ile uyku kalitesi indeksi arasında anlamlı ilişki saptanamamıştır. Öğrencierin sigara içmeye devam etmeleri durumunda ilerleyen yıllarda bu grubun yüksek düzey bağımlı olması kuvvetle muhtemeldir. Ayrıca sigaranın zararlı etkilerinin uzun yıllar sonra ortaya çıktığı göz önüne alınarak erken dönemde sigarayı bırakmaları durumunda bu olumsuz etkilerden kurtulacakları konusunda gençlere eğitimler düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Akova İ. ve Koçoğlu G., 20 Yaş Üstü Erişkinlerde Uyku Süresi, Kalitesi, Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Bazı Antropometrik Ölçümler Arasındaki İlişkiler. Ahi Evran Tıp Dergisi. 2018;2(3): 67-73.
2. Rujnan T., Çaykara B., Sağlam Z., Pençe HH. Sigara Bağımlılarında Depresyon, Anksiyete, Uykululuk ve Uyku Kalitesi Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. ACU Sağlık Bil Derg.2019;10(4):609-615.
3. Buysse DJ., Reynold III CF., Monk TH., Berman SR., Kupfer SR. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. Psychiatry research. 1989; 28(2): 193-213.
4. Agargun M., Pittsburgh uyku kalitesi indeksinin gecerligi ve guvenirligi. Turk Psikiyatri Dergisi. 1996; 7:107-115.
5. Uysal MA., Kadakal F., Karşıdağ C., et al. Fagerstrom test for nicotine dependence: reliability in a Turkish sample and factor analysis. Tuberk Toraks. 2004;52(2):115-121.
6. Bozkurt N. and Bozkurt Aİ. Nikotin bağımlılığını belirlemede Fagerström Nikotin Bağımlılık Testinin (FBNT) değerlendirilmesi ve nikotin bağımlılığı için yeni bir test oluşturulması. Pamukkale Tıp Dergisi. 2016;(1):45-51.
7. İnce M., and Koçak MC. Kamu Kurumlarinda Çalişan Personelin Sigara Kullanma Alişkanliklari. Electronic Turkish Studies, 2017;12(13).

8. Okutan, O., Taş D., Kaya H., Kartaloğlu Z. Sigara içen sağlık personelinde nikotin bağımlılık düzeyini etkileyen faktörler. Tüberküloz ve Toraks Dergisi. 2007;55(4):356-363.
9. Demirel Y. and Sezer RE. Sivas bölgesi üniversite öğrencilerinde sigara kullanma sıklığ. 2005;27(1):1-6.
10. Asghari A., Kamrava SK., Hemami MR., et al. Cigarette smoking habit and subjective quality of sleep. Scimetr. 2015;3(1): e18454.
11. Saygılı S., Akıncı AÇ., Arikan H., Dereli E. Üniversite öğrencilerinde uyku kalitesi ve yorgunluk. Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges). 2011;1(1):88-94.

AN EXPERIMENTAL STUDY ON AFŞİN-ELBİSTAN FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONTAINING PUMICE AND WASTE TILE POWDER

Muhammed Yasin DURGUN

Asst. Prof. Dr., Bartın University Faculty of Engineering, Architecture and Design, Civil Engineering Department

Ahmet Hayrullah SEVİNÇ

Lecturer Dr., Kahramanmaraş İstiklal University, Elbistan Vocational School of Higher Education, Construction Programme

ABSTRACT

Concrete is the most commonly used construction material. The main constituents of concrete are cement, aggregates and, water. Cement, which is the main material of concrete, is produced by using clay and limestone. In the production process, these materials are subjected to very high temperatures. As a result, some harmful effects for the environment occur. Therefore, in recent years, researchers are focused on producing environmental friendly binders. Geopolymer is one of the most popular green materials. Alumino-silicate sources are used as raw materials. Besides an alkaline solution such as sodium silicate, sodium hydroxide, and potassium hydroxide is used as activator. Fly ash is one of the most common alumino-silicate source material for geopolymer production. It is a by-product of thermal power plants. This waste is commonly used by cement and concrete industry. Afşin-Elbistan Thermal Power Plant is the biggest one in Turkey in terms of installed capacity. As a result, it is the most fly ash generating one. However, the fly ash of this thermal power plant cannot be used as a cement and concrete admixture due to the low sum of SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3, high SO_3, and free CaO. The preliminary studies showed that this fly ash also is not a good geopolymer raw material itself. Pumice is a volcanic origin material. Turkey is very rich in pumice reserves and pumice has high SiO_2 and Al_2O_3 content. Tiles are products of fired clay. Every year, a high number of wastes tiles generated due to repair, defective production and, urban transformation. Tile powder is also rich in SiO_2 and Al_2O_3. In this study, Afşin-Elbistan fly ash is used as a geopolymer raw material. Ground pumice and waste tile powder were used as a supplementary alumino-silicate source for this poor fly ash. 9 different trials were prepared from each supplementary material. As activator, sodium silicate and sodium hydroxide used as single and binary combinations. According to the results of trial mixtures, real productions were made and the supplementary materials were used in 15%, 30% and 45% instead of fly ash. Unit weight, ultrasonic pulse velocity, bending strength and, compressive strength tests were performed. The highest results were obtained from 45% pumice and waste tile powder containing samples.

Keywords: geopolymer, Afşin-Elbistan fly ash, pumice, waste tile powder

1. INTRODUCTION

Concrete is the most produced and used building material in the world. This is because concrete is cheap, easy to produce, strong and durable. The main constituent of concrete is cement. However, cement production significantly contributes the CO_2 emissions (Mikulcic et al., 2016). The main reason for this is the CO_2 produced by calcination of limestone during cement production and the fossil fuels burned to obtain high temperatures required for

production (Al Bakri et al., 2013). Therefore, the researchers have sought more environmentally friendly binders (Toniolo and Boccaccini, 2017).

In the last few decades, researchers have been working on a type of binder, a possible alternative to cement, called geopolymer binders. Geopolymers are a new generation binder type in which solid aluminosilicate source materials are activated with high alkali solutions. In addition to being environmentally friendly, it is known for its early high strength and resistance to acid and sulfate effects (Thockhom et al., 2009).

Fly ash is a by-product produced by burning pulverized coal in coal-fired power plants. This product is collected by mechanical or electrostatic filters. Approximately 780 million tons of fly ash is produced annually in the world (Duan et al., 2015). It consists mainly of amorphous silica and alumina (Feng et al., 2015). The fact that it is a good source of aluminosilicate and its annual production amount makes fly ash a good geopolymer raw material (Al Bakri et al., 2013).

The Afşin-Elbistan thermal power plant in Turkey operates in Kahramanmaraş. Annual fly ash production is approximately 3 million tons. This corresponds to 15-20% of the total amount of fly ash produced in Turkey. However, it cannot be used in the concrete and cement industry due to the high free CaO and SO_3 presence in the structure, as well as the total amount of SiO_2, Al_2O_3 and Fe_2O_3 being low. Many alternative utilization ways are being tried to prevent this fly ash from being as waste (Mahyar and Erdoğan, 2015).

Pumice is a rock of volcanic origin. It is formed by the cooling of lava that occurs during volcanic events. During this cooling, the gases released from the molten lava remain trapped in the body and form a porous structure (Ulusu et al., 2016). Pumice is rich in silica, alumina and iron oxide (Mboya et al., 2019).Pumice is generally used as lightweight aggregates in concrete due to its low density or to improve the durability and economic properties of mortars (Ulusu et al., 2016;Binici et al., 2014).

It has been known since ancient times calcined clays to be used as pozzolans (Mehta, 1987). The clay does not exhibit pozzolanic properties in its raw state, but calcined clays of suitable fineness can be used as pozzolans (Benezet and Benhassiane, 1999). It is known that 2% of the tiles produced in the ceramic industry become waste due to faulty production and commercial reasons. However, due to urban transformation works, a significant amount of tile waste is produced. These products cannot be recycled and cause environmental problems as industrial waste. There are various studies on using waste roof tile powders as pozzolanic admixtures in the literature (Lavat et al., 2009; Herbudiman and Saptaji, 2013). Besides, there are very limited studies on using waste roof tiles as a geopolymer raw material due to its silica and alumina content (Usha et al., 2016).

In this study, an experimental study was carried out on the production of geopolymer binder using Afşin-Elbistan fly ash (AEFA), which cannot be evaluated in the construction sector, together with ground pumice powder and ground waste tile powder. Within the scope of the study, some unsuccessful mixtures were eliminated by pre-testings and it was aimed to

evaluate Afşin-Elbistan ash by trying to determine the appropriate activator type and amount, and amount of aluminosilicate source.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

The fly ash used in the study was taken from The Afşin-Elbistan thermal power plant. Pumice was obtained from pumice (PP) pits in the Osmaniye region and ground. Tile dust was obtained by grinding the waste tiles (WTP) collected from the constructions (Fig. 1.). The chemical and physical properties of materials are given in Table 1.

Sodium silicate (SS) and sodium hydroxide (SH) were used as activators. Both products are commercially available. Sodium silicate is in liquid form and sodium hydroxide in a flake form.



(a)



(b)



(c)

Fig. 1. The powders used in the study (a) AEFA (b) PP (c) WTP

Table 1. Properties of fly ash, pumice powder and waste tile powder

Component (%)	AEFA	PP	WTP
Chamical properties			
SiO_2	22.73	43.58	47.94
Al_2O_3	9.67	13.43	15.26
Fe_2O_3	4.63	14.42	13.54
S+A+F	37.03	71.43	76.74
CaO	42.94	9.12	7.40
MgO	1.99	9.92	6.33
SO_3	9.01	0.12	0.16
K_2O	0.52	1.36	0.76
Na_2O	0.28	3.70	4.81
Loss on ignition, %	5.21	2.39	0.44
Physical properties			
Fineness (cm^2/g)	2200	4570	6340
Density (g/cm^3)	2.42	3.09	2.77

In the study, 0-4 mm crushed sand was used as aggregate which has a density of 2.72 g/cm^3. The grain distribution of the aggregates is given in Fig. 2.

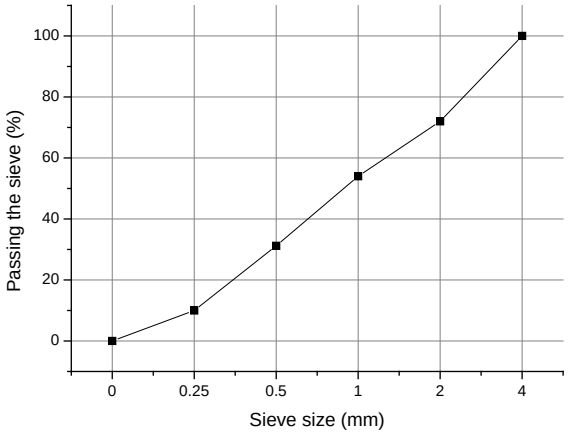


Fig. 2. Grain distribution of crushed sand

2.2. Methods

The study was carried out in two stages. The first part includes trial mixes and pre-tests to determine the performance of the materials. According to the results obtained from these experiments, the actual mixing ratios were planned and the experiments were applied to these original mixtures again. Table 2 shows the mixtures used in the trial experimental studies.

Table 2. Mix design of trial mixtures

Code	Ac/B	AEFA	PP or WTP	Sand	SS	SH
TM1	0.45	220	180	1350	180	0
TM2	0.55	220	180	1350	220	0
TM3	0.65	220	180	1350	260	0
TM4	0.55	220	180	1350	165	55
TM5	0.55	220	180	1350	110	110
TM6	0.55	220	180	1350	55	165
TM7	0.45	220	180	1350	0	180
TM8	0.55	220	180	1350	0	220
TM9	0.65	220	180	1350	0	260

*TM: Trial Mixture

The dry materials weighed according to the mix design were mixed dry for 60 seconds in a laboratory mortar mixer. The activator solution previously prepared was then added to the mixture. To keep the consistency of the mixtures constant, some water was added to the mixtures. The mixtures were mixed for 90 s. The fresh mixtures were subjected to flow table test and their consistency was examined. The fresh mixtures were then placed in 40x40x160 mm size mortar molds. The molded samples were kept in the oven at 85 °C for 24 hours. After heat treatment, samples were removed from the molds and kept in laboratory conditions for 28 days. The samples subjected to unit weight, ultrasonic pulse velocity (UPV), compressive strength and bending strength tests (Fig 3.)

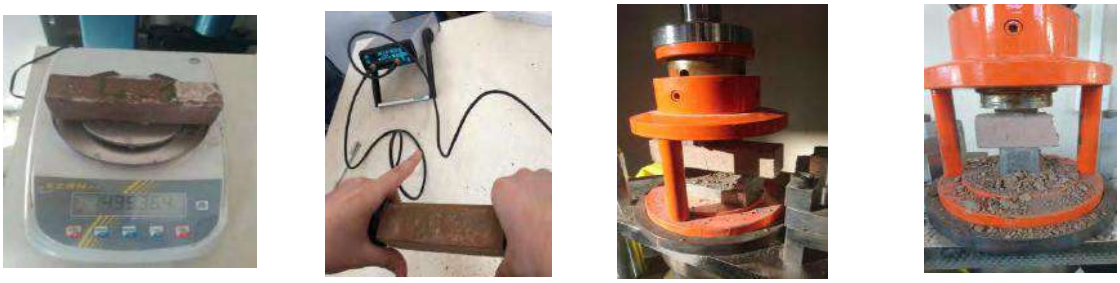


Fig 3. Images from tests

Table 3 shows the actual mixtures determined according to the results of the test performed on trial mixtures. Code AMP indicates the “actual mixture for PP containing series” and code AMT indicates the “actual mixture for WTP containing series”.Same tests were performed on the actual mixtures.

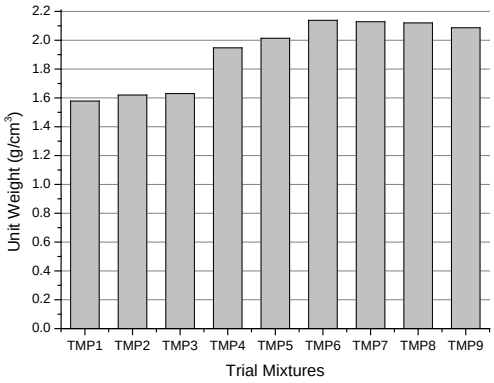
Table 3. Mix design of actual mixtures

Code	**AEFA**	**PP**	**Sand**	**SH**	**SS**
AMP1	400	0	1350	110	110
AMP2	340	60	1350	110	110
AMP3	280	120	1350	110	110
AMP4	220	180	1350	110	110
AMP5	400	0	1350	165	55
AMP6	340	60	1350	165	55
AMP7	280	120	1350	165	55
AMP8	220	180	1350	165	55
Code	**AEFA**	**WTP**	**Sand**	**SH**	**SS**
AMT1	400	0	1350	220	0
AMT2	340	60	1350	220	0
AMT3	280	120	1350	220	0
AMT4	220	180	1350	220	0
AMT5	400	0	1350	165	55
AMT6	340	60	1350	165	55
AMT7	280	120	1350	165	55
AMT8	220	180	1350	165	55

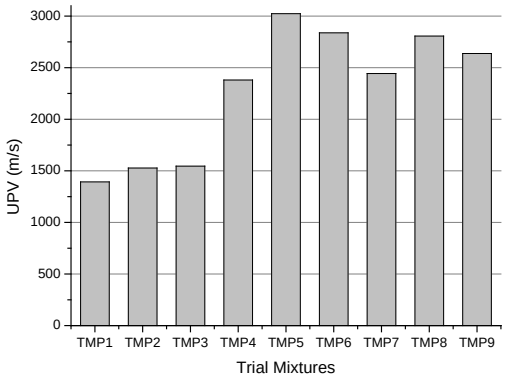
3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Results of Trial Mixtures

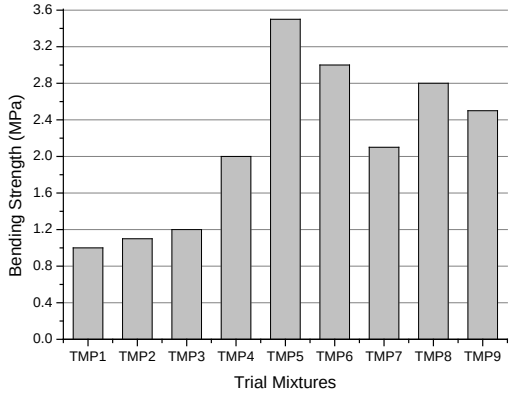
Before the actual mixture proportions were determined, trial mixtures were prepared to examine the performance of the materials and which combinations were better. These trial mixtures are based on different Ac/B ratios, different activator types and, combinations. The results obtained were evaluated and the actual mixtures were prepared. The results of the trial mixtures are given in Fig. 4 and 5.



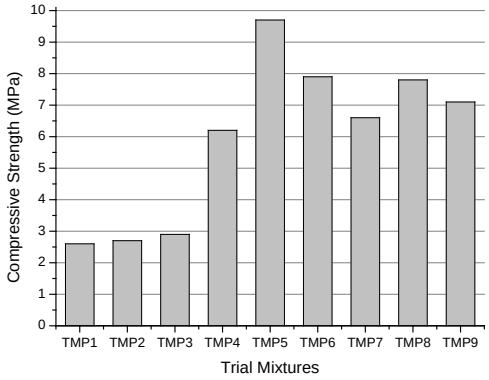
a) Unit Weight results



b)UPV results

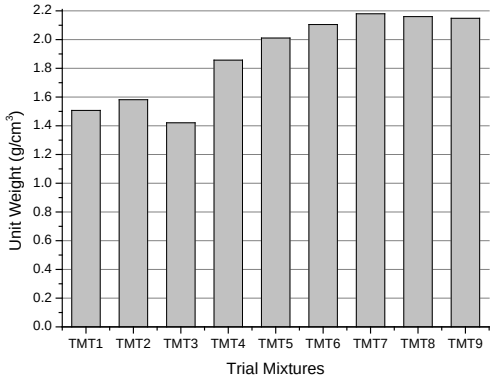


c) Bending strength results

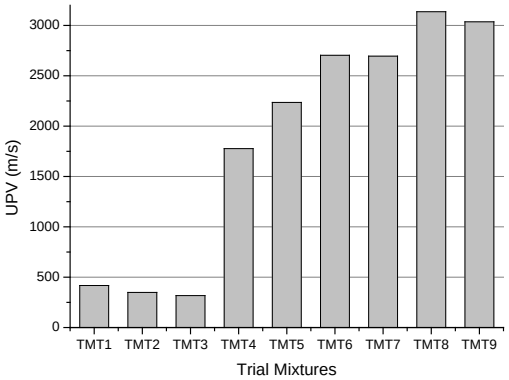


d) Compressive strength

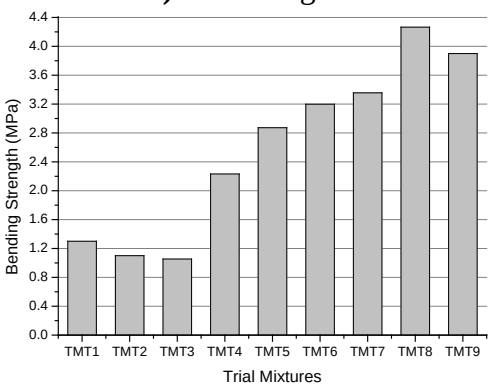
Fig. 4. Test results of pumice powder group



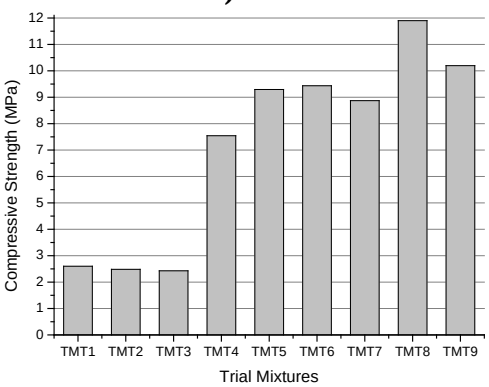
a) Unit Weight results



b)UPV results



c) Bending strength results



d) Compressive strength

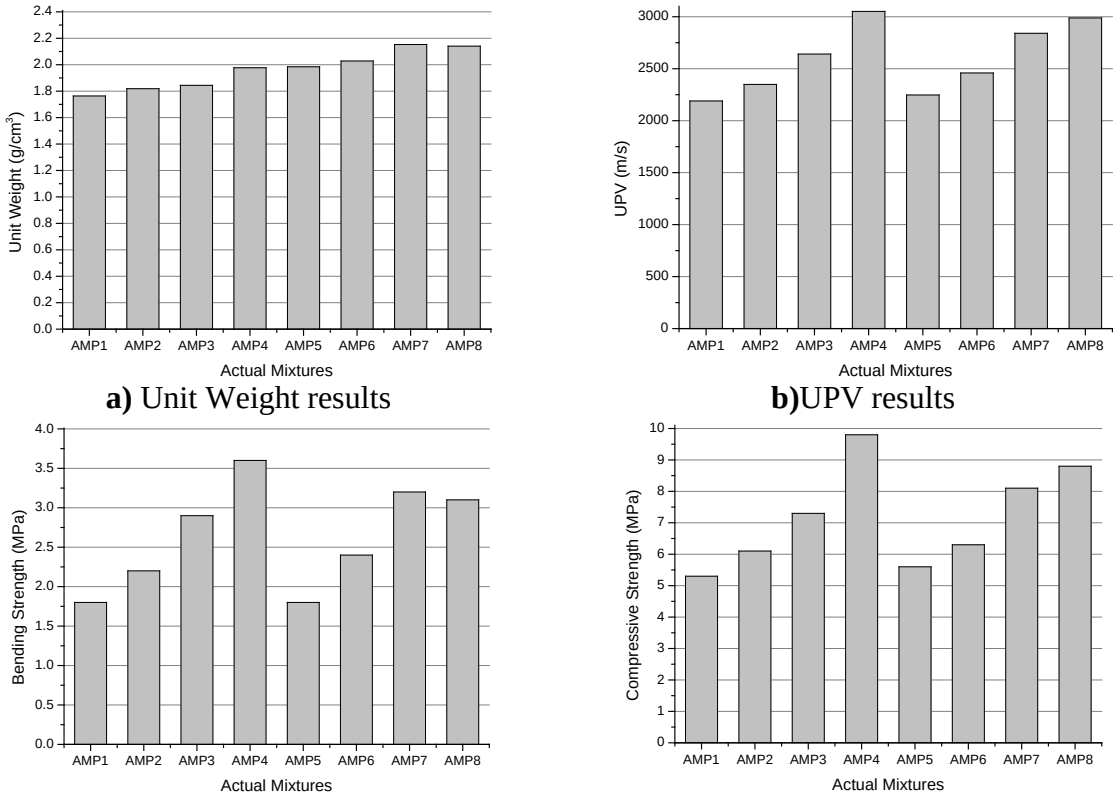
Fig. 5. Test results of waste tile powder group

According to the test results of trial mixtures, the highest bending and compressive strength and UPV results were obtained from trial number 5 (TPM5) for PP containing group and trial

number 8 (TMT8) for WTP containing group. These trial mixtures have average unit weights. Therefore the actual mixture plans were established on TMP5 and TMT8 (see Table 3).

3.2. Results of Actual Mixtures for PP Containing Series

The results of the actual mixtures for PP containing series are shown in Fig. 6.



a) Unit Weight results **b)**UPV results

c) Bending strength results **d)** Compressive strength

Fig. 6. Results of PP containing series

It is seen that there is an increase in unit weights with the increase of PP amount. When the SS/SH ratio was 55/165, it was observed that the unit weights were higher than the equilibrium case.

According to UPV results, increase in PP amount increased UPV values. The results showed that the higher UPV results were obtained in the series with an SS/SH ratio of 1. The highest UPV value was obtained from the SS/SH series containing 180 g PP. The lowest value was obtained from the samples produced only with AEFA. There is approximately 39.4% difference between this sample and the sample giving the highest value.

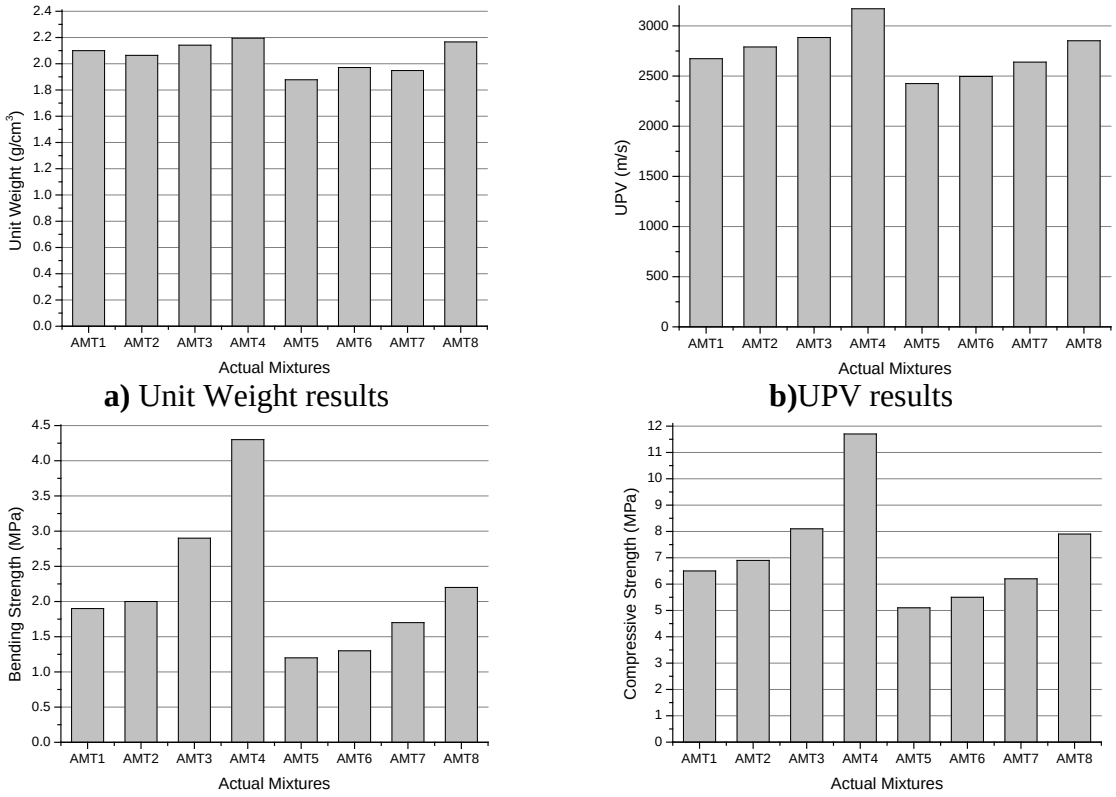
Flexural strength results varied between 1.8-3.6 MPa. The results showed that in general, the bending strength increased with the increase of PP amount. The SS/SH ratio of 1 gave higher strengths. The highest value was obtained from the AMP4 sample, while the lowest value was obtained from samples using only AEFA with an SS/SH ratio of 55/165. In the group where SS/SH ratio was 1, the flexural strength value increased by 100% with the use of PP additive.

The compressive strength results show a similar trend to flexural strength. Results ranged from 5.3-9.8 MPa. The highest strength was obtained from the AMP4 sample. The lowest

strength was obtained from only AEFA used samples. The series with an SS/SH ratio of 1 gave higher strength. The results showed that the compressive strength value can be increased by approximately 85% with PP additive.

3.3. Results of Actual Mixtures for WTP Containing Series

The results of the actual mixtures for WTP containing series are shown in Fig. 7.



a) Unit Weight results **b)**UPV results

c) Bending strength results **d)** Compressive strength

Fig. 7. Results of WTP containing series

According to the results of the unit weight, the series containing SH alone gave higher values than the series using SS and SH together. The highest value was obtained from the AMT4 sample, which was 2.19 g/cm^3.

UPV values vary between 2425 and 3171 m/s. The highest value was obtained from the AMT4 sample. The lowest value was obtained from samples containing AEFA alone and containing SS and SH together. These results indicate that groups containing SH alone have a more void-freemicrostructure. At the same time, the increase in the amount of WTP caused the UPV values to increase.

Flexural strength results varied between 1.2-4.3 MPa. The highest value was obtained from the sample containing 180 g WTP and using SH alone. The lowest value was obtained from the pure sample in which SS and SH were used together. With the use of the WTP additive, the flexural strength could be increased by about 126%.

The compressive strength results ranged from 5.1 to 11.7 MPa. An increase in the WTP amount increased the compressive strength values. The series containing SH alone showed

significantly higher results than the series containing SS and SH together. The AMT4 sample, which has the highest strength value increased by 80% compared to the reference of its series. In the group where SS and SH were used together, a maximum increase of 55% was achieved.

4. CONCLUSIONS

In this study, utilization of pumice powder and waste tile powder in the Afşin-Elbistan fly ash-based geopolymer mixtures were experimentally investigated. According to the laboratory studies, the following results were obtained;

- WTP containing series showed higher mechanical strength than PP containing series.
- In PP containing series higher SS/SH ratio gave better results.
- In WTP containing series using SH solely gave better mechanical result.
- Both of the admixtures increased the mechanical properties of AEFA-based geopolymers.
- The results indicated that it is possible to increase the mechanical compressive strength of the AEFA-based geopolymer by %80 with WTP addition and by %85 with PP addition.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors thank to civil engineers Ertuğrul TURAN, Yusuf MUSLU, Oğuzhan DURMUŞ, Hasan AKDEMİRCİ, Hüseyin Emre BEZ, Çetin UZUN, Berkay ERİŞKE, Murat ESKİ, Abdullah GAYRETLİ and Burak KARAALP for their contributions during material supply and laboratory works.

REFERENCES

1. Al Bakri, A. M. M., Abdulkareem, O. A., Rafiza, A. R., Zarina, Y., Norazian, M. N., Kamarudin, H. (2013). “Review on processing of low calcium fly ash geopolymer concrete”, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7(5): 342-349.
2. Benezet, J. C., Benhassaine, A. (1999). “The influence of particle size on the pozzolanic reactivity of quartz powder”, Powder Technology, 103(1): 26-29.
3. Binici, H., Aksoğan, O., Sevinç, A. H., Küçükönder, A. (2014). “Mechanical and radioactivity shielding performances of mortars made with colemanite, barite, ground basaltic pumice and ground blast furnace slag”, Construction and Building Materials, 50: 177-183.
4. Duan, P., Yan, C., Zhou, W. (2015). “Influence of partial replacement of fly ash by metakaolin on mechanical properties and microstructure of fly ash geopolymer paste exposed to sulfate attack”, Ceramics International, 42: 1-14.
5. Feng, J., Zhang, L. G., Li, Y., Cao, W., Cheng, X. (2015). “Development of porous fly ash-based geopolymer with low thermal conductivity”, Materials and Design, 65: 529-533.

6. Herbudiman, B., Saptaji A. M. (2013). “Self-compacting concrete with recycled traditional roof tile powder”, 2nd International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering, Procedia Engineering, 54: 805-816.
7. Lavat, A. E., Trezza, M. A., Poggi, M. (2009). “Characterization of ceramic roof tile waste as pozzolanic admixture”, Waste Management, 29: 1666-1674.
8. Mahyar, M., Erdoğan, S. T. (2015). “Phosphate-activated high-calcium fly ash acid-based cements”, Cement and Concrete Composites, 63: 96-103.
9. Mboya, H. A., Njau, K. N., Mrema, A. L., King’ondu, C. K. (2019). “Influence of scoria and pumice on key performance indicators of Portland cement concrete”, Construction and Building Materials, 197: 444-453.
10. Mehta, P. K. (1987). “Supplementary cementing materials for concrete”, Ottawa-Canada.
11. Mikulcic, H., Klemes, J. J., Vujanovic, M., Urbaniec, K., Duic, N. (2016). “Reducing green-house gasses emissions by fostering the deployment of alternative raw materials and energy sources in the cleaner cement manufacturing process”, Journal of Cleaner Production., 136: 119-132.
12. Thockhom, S., Ghosh, P., Ghosh, S. (2009) “Acid resistance of fly ash based geopolymer mortars”, International Journal of Recent Trends in Engineering, 1(6): 36-40.
13. Toniolo, N., Boccaccini, A. R. (2017). “Fly ash-based geopolymers containing added silica waste. A review”, Ceramics International, 43: 14545-14551.
14. Ulusu, H., Aruntaş, H. Y., Gençel, O. (2016). “Investigation on characteristics of blended cements containing pumice”, Construction and Building Materials, 118: 11-19.
15. Usha, S., Nair, D. G., Vishnudas, S. (2016). “Feasibility study on geopolymer binder from Terracotta roof tile waste”, Global Colloquium in Recent Advancement and Effectual Researches in Engineering, Science and Technology (RAEREST2016), Procedia Technology, 26: 186-193.

INVESTIGATING SOME ENGINEERING PROPERTIES OF PUMICE AND PAPER MILL FLY ASH CONTAINING PVC COMPOSITES

Lecturer Dr. Ahmet Hayrullah SEVİNÇ

Kahramanmaraş İstiklal University, Elbistan Vocational School of Higher Education, Construction Programme

ABSTRACT

In this study, the physical and mechanical properties of PVC composite sheets including pumice, paper mill fly ash and high amount of waste PVC are investigated. These PVC composite sheets were added pure PVC, sawdust, calcite and, chemical additives. Pumice and paper mill fly ash are used in 25% and 50% ratios instead of calcite which is used as PVC composite filler material. Physical tests such as unit volume weight, 2 and 24-hour water absorption and swelling rate, thermal conductivity coefficient, ultrasonic pulse velocity were performed on these composites. Besides, mechanical tests such as tensile, bending and notched izod impact strength tests were applied. As a result of the study, as the pumice ratio increased unit volume weight, ultrasonic pulse velocity, thermal conductivity coefficient and bending strength values increased while the water absorption rate, tensile strength and, izod impact strength values decreased. The paper mill fly ash added samples also showed the opposite effect. The thermal conductivity coefficient of 50% paper mill fly ash added composite sample was obtained 0.0654 W/mK. Also, no swelling was observed in all composites as a result of water absorption tests.

Keywords: Waste PVC, Pumice, Paper Mill Fly Ash, Sawdust, PVC Composite

1. INTRODUCTION

With the rapid increase of the population in the world, wood-based products and various industrial products are produced and eventually a very large amount of waste is generated. Particularly, waste from metal, wood, glass and plastic origin creates important environmental problems. The most practice way to eliminate environmental problems caused by wastes is to reduce the use of raw materials by using recycled products (Mengeloğlu and Karakuş, 2008). Wood polymer composites (WPC) have been developed as a result of significant studies to evaluate these wastes and to obtain recyclable ecological products. (Simonsen, 1995; Matuana and Mengeloğlu, 2002; Matuana and Heiden, 2004). These composites are considered environmentally friendly materials due to their use of recycled thermopolymers and processing residue fillers such as sawdust, wheat stalk (Clemons, 2008). Today, these composites have become one of the fastest-growing areas in the industry and these materials have many uses (decorative profiles, flooring, fences, benches, etc.). Moreover, WPC have many advantages such as having high dimensional stability, being produced in desired colours, sizes and shapes, being more resistant to fungi and insects, being resistant to external

effects and low maintenance costs (Klyosov, 2008). Thermopolymers such as Polyvinyl chloride (PVC), Polyethylene (PE), Polypropylene (PP) are generally used in these composites (Jiang and Kamdem, 2004).

PVC is one of the most worldwide used thermoplastics. PVC accounts for 10.2% of the world's total polymer use and is the third most used polymer (Plastics Europe, 2018). Although a considerable amount of PVC is produced all around the world, thermal stability and processability of other commercial polymers, such as polystyrene and polyethylene is superior to this polymeric material (Xie et al, 2004). Much improvement of these disadvantage properties of PVC has been performed by the incorporation of additives, like lubricants, foam agents, plasticizers, stabilizers, fillers and copolymerization with other monomers (Endo, 2002). Combine PVC polymer with inorganic fillers is an appropriate and influential method. It is well known that the mechanical properties of composites are eminently linked to the filler properties (Xie et al, 2004). These fillers such as mica, calcite, and clay are also used to reduce the cost of composites (Balasubramanian, 2013).

Pumice is a natural material of volcanic origin produced by the release of gases during the solidification of lava, and it has been used as the aggregate in the production of lightweight concrete in many countries around the world. Approximately, 7.4 billion m^3 (40%) of the total 18 billion m^3 of pumice reserve is located in Turkey (Binici et al., 2008). Pumice has low density, good thermal and acoustic insulation properties and it is a fire-resistant material, which makes it attractive for use as lightweight aggregates for heat insulation materials (Hossain and Khandaker, 2004). The pulp and paper mill sludge generated during paper and pulp manufacturing is burnt at 900ºC in a Multi Fuel Boiler (MFB) together with bark, sawdust, coal boiler ash and coal to produce electricity and steam. The resulting ash from the MFB is called waste ash to differentiate it from course ash generated in a coal boiler (Monosi et al., 2012). Paper mill fly ash, another waste product from mills, represents 100 thousand dry tons annually in Kahramanmaras in 2012 (Kipas report, 2011). There are 21 paper mills in Turkey and this means a huge amount of waste paper mill fly ash (TSI, 2016).

In this study, the physical and mechanical properties of PVC composite sheets including pumice, paper mill fly ash and high amount of waste PVC are investigated. Pumice and paper mill fly ash are used in 25% and 50% ratios instead of calcite which is used as PVC composite filler material. Unit volume weight, 2 and 24-hour water absorption and swelling rate, thermal conductivity coefficient, ultrasonic pulse velocity, tensile strength, bending strength, and notched izod impact strength tests were performed on these composites.

2. MATERIAL and METHODS

2.1. Materials

PVC (K58) used was obtained from the İzmir region. Waste PVC was obtained by collecting, grinding and sieving waste windows. Pumice (P) which is used in the study was obtained from the Osmaniye region. Paper mill fly ash (PFA) which is used in the study was obtained from the Kahramanmaraş region. Calcite (99.4% CaO and 45 µm) was obtained from the Niğde region. Sawdust (177 µm) from poplar wood was used in this study. The properties of PVC, waste PVC, P and PFA are given in Table 1. Images of the materials are given in Figure 1.

Table 1. *Properties of PVC, waste PVC, P and PFA*

Oxide	Content (wt%)			
	PVC	waste PVC	P	PFA
SiO_2	-	0.7	41.5	37.8
Al_2O_3	-	0.3	12.6	19.6
Fe_2O_3	-	-	10.9	0.9
CaO	0.3	18.4	15.2	4.8
MgO	-	0.4	7.4	2.0
SO_3	-	-	-	0.2
$Na_2O+ K_2O$	-	-	4.3	2.9
Cl	52.9	37.9	-	-
Loss on ignition (%)	0	0	1.49	2.67
Property				
Specific Gravity	1.40	1.61	2.89	2.43
Grain size (µm)	70	70	45	45



a)PVC b)Waste PVC c)Pumice d)PM Fly Ash

Figure 1. Images of the materials

In this study, chemical additives were used to obtain better quality products of PVC composite production. In this study, acrylic polymer based lubricant (8%), acrylic polymer-based impact and rheological effect adjuster (10%), acrylic polymer based low density and smooth surface adjuster (44%), Ca / Zn based stabilizer (12%), chlorinated Polyethylene resin-based UV regulator (14%), Azodicarbonamide exothermic foam former (4%), Sodium bicarbonate endothermic foam former (8%) additives were used.

2.2. Methods

In the study, pumice and paper mill fly ash were used as calcite replacement material with the amounts of 25% and 50%. Other material amounts kept constant. The PVC composite design is given in Table 2. The materials used in the mixture were weighed on a precision scale. The mixture was mixed with a mixer to reach a temperature of about 120° C to ensure homogeneity. The mixture exiting the mixer was cooled to room temperature. Conical twin-screw (80x156 mm and (L/D) ratio 33/1) was then placed in the extruder. The mixture was

melted in the extruder by the effect of friction and temperature and was extruded by the screw movement. The hot mixture is passed through the cooler unit and cut to the desired dimensions. PVC composite production scheme is given in Figure 2.



Figure 2. PVC composite production scheme

Table 2. The PVC composite design

	Content (wt%)						
Sample code	**PVC**	**wPVC**	**Calcite**	**Pumice**	**P. fly ash**	**Sawdust**	**Additives**
R	15	50	12	-	-	3	20
P25	15	50	9	3	-	3	20
P50	15	50	6	6	-	3	20
PFA25	15	50	9	-	3	3	20
PFA25	15	50	6	-	6	3	20

Physical tests such as unit volume weight (TS EN 323, 1999), water absorption (TS EN ISO 62, 2009) and swelling rate (TS EN ISO 175, 2010), thermal conductivity coefficient (ASTM C 1113-90, 1990), ultrasonic pulse velocity were performed on these composites. Besides, mechanical tests such as tensile (ASTM D638 (type III)), bending (ISO 178, 2011) and notched izod impact strength (TS EN ISO 180, 2006) tests were applied.

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1. Unit Weights

The unit weight results of PVC composite samples are given in Figure 3.

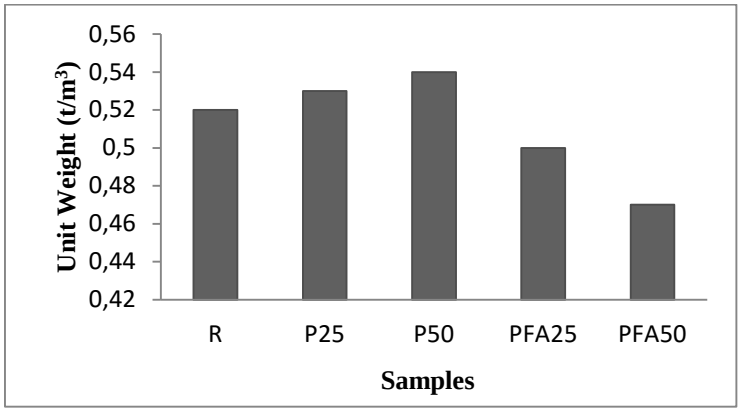


Figure 3. The unit weight results of PVC composite samples

The unit weights of PVC composite samples are changing between 0.47-0.54 t/m^3. The highest unit volume weight value was given by the P50 sample, which was 3.9% higher than the reference sample. This can be explained by the fact that the density of pumice is higher than the density of calcite. The lowest unit volume weight value was given by PFA50, which was 9.6% less than the reference sample. This can be explained by the low density of fly ash.

3.2. Water Absorption and Thickness Swelling Rate

The water absorption values of PVC composite samples are given in Figure 4.

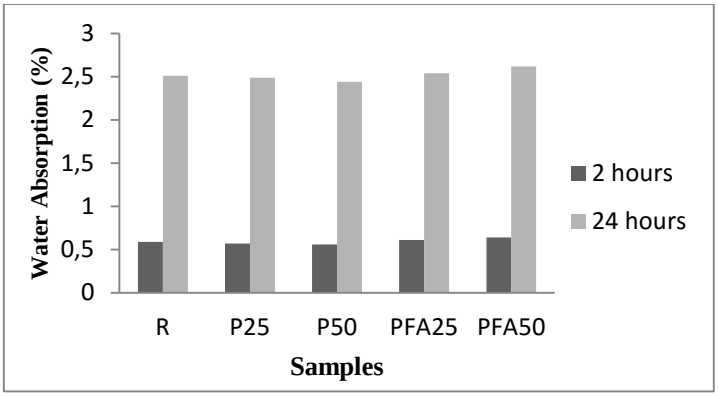


Figure 4. The water absorption values of PVC composite samples

According to the water absorption both at 2 and 24 hours, the highest water absorption rate was obtained from the PFA50 sample. These values are 11.9% for 2 hours and 7.2% for 24 hours. Water absorption rates of PVC composite samples after 2 hours vary between 0.53-0.66%. For 2 hours, the lowest value was obtained from the P50 sample, which was 10.2% lower than the reference sample. For 24 of hour's water absorption values, it is changing between 2.42-2.69%.The lowest water absorbing sample is P50 again, which was 3.6% lower than the reference sample. Water absorption decreased with the increase of pumice amount and increased with the increase of paper mill fly ash amount. These results can be related to the voids' structure of composite samples. No increase in thickness swelling was observed in all samples.

3.3. Thermal Conductivity Coefficient

The thermal conductivity coefficient results of PVC composite samples are given in Figure 5.

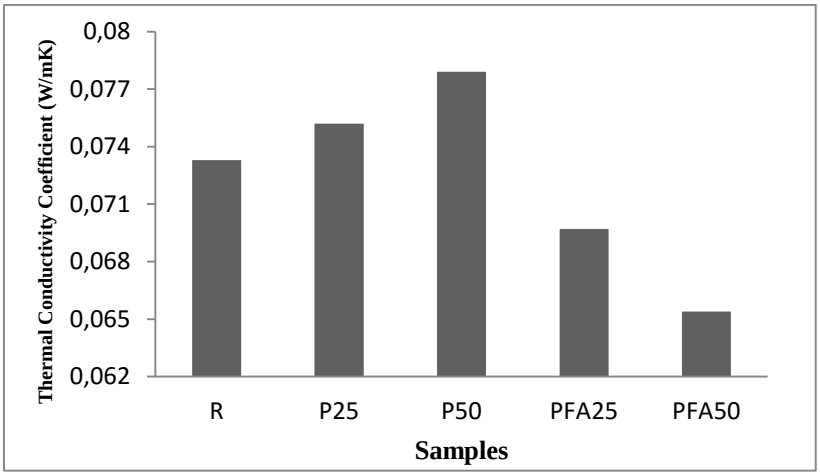


Figure 5. The thermal conductivity coefficients of PVC composite samples

According to TS EN 825 standard, materials with a thermal conductivity coefficient of λ = 0.065 W/mK are defined as thermal insulation materials. The thermal conductivity coefficient values of PVC composite samples are changing between 0.0654-0.0779 W/mK. The highest value was given by the P50 sample, which was 6.3% higher than the reference sample. The lowest value was obtained by PFA50, which was 0.0654 W/mK. This value is 10.8% less than the reference sample. These results can be related to the voids amount and porous structure of composite samples.

3.4. Ultrasonic Pulse Velocity

The ultrasonic pulse velocity results of PVC composite samples are given in Figure 6.

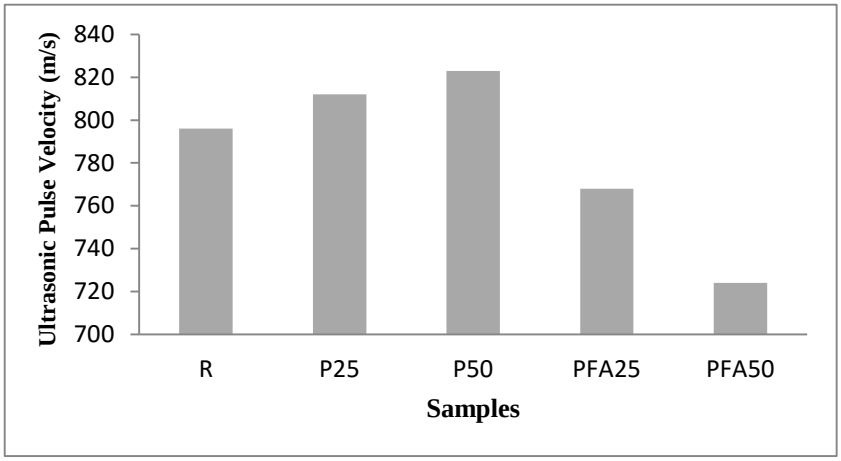


Figure 6. The ultrasonic pulse velocity values of PVC composite samples

The UPV of PVC composite samples are changing between 724-823 m/s. The highest UPV value was given by the P50 sample, which was 3.4% higher than the reference sample. The lowest value was given by PFA50, which was 9.1% less than the reference sample. These results are parallel to the results of the thermal conductivity coefficient.

3.5. Bending Strength

The bending strengths and young's modulus of PVC composite samples are given in Figure 7.

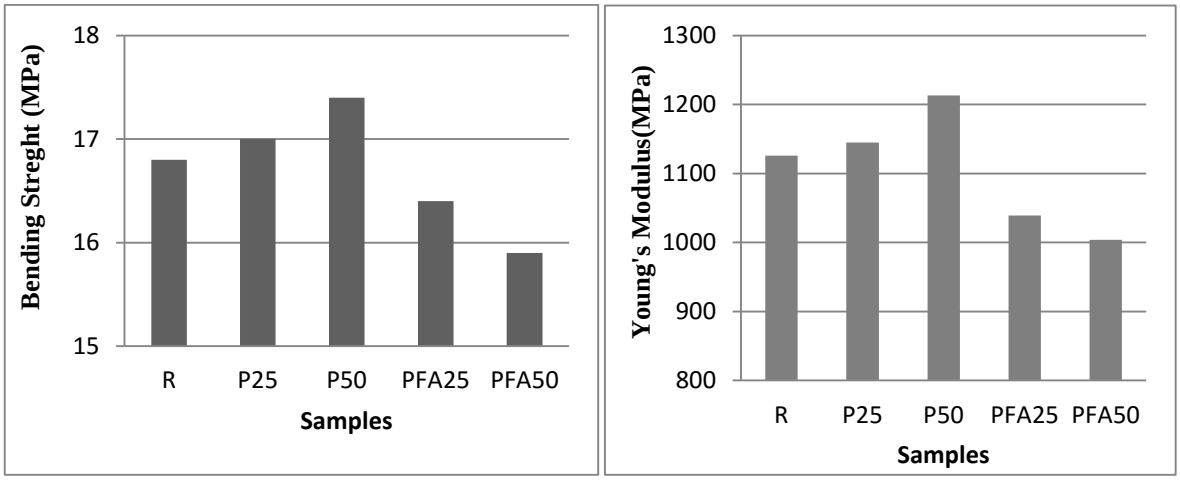


Figure 7. The bending strengths and young's modulus of PVC composite samples

The bending strengths of PVC composite samples vary between 15.9-17.4 MPa. The highest bending strength value was given by P50 and 3.6% higher than the reference sample. This may be related to the fact that the P50 sample has a less gap-free structure. The lowest value was given by the PFA50 sample which was 5.4% lower than the reference sample. The elasticity modulus according to Fig. 7 is between 1004-1213 MPa. It gave results parallel to bending strength.

3.6. Tensile Strength

The tensile strengths of PVC composite samples are given in Figure 8. The tensile test device and the post-test image are given in Figure 9.

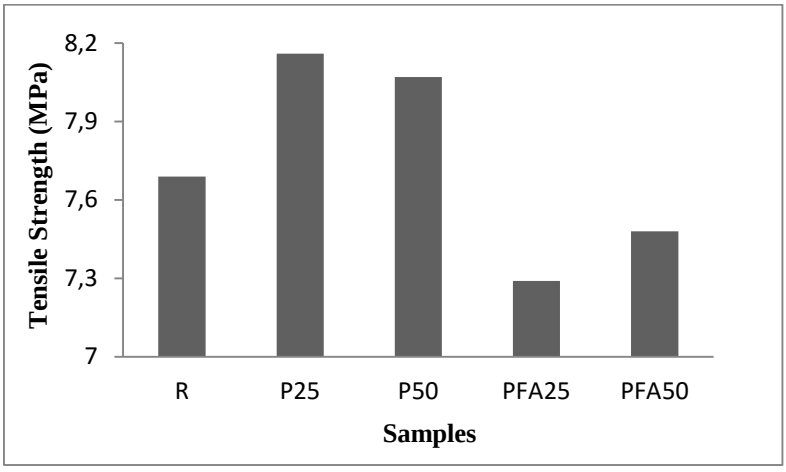


Figure 8. The tensile strengths of PVC composite samples

Tensile elongation values of R, P25, P50, PFA25 and, PFA50 PVC composite samples were respectively 5.1, 5.9, 5.7, 4.8 and 5.1%. The tensile strengths of PVC composite samples are changing between 7.29-8.16 MPa. The lowest tensile strength value was given by the PFA25 sample and was 5.2% lower than the reference sample. The highest value was given by P25 and this sample was 6.1% higher than the reference sample.



Figure 9. The tensile test device and the post-test image

3.7. Notched Izod Impact Strength

The notched izod impact strength results of PVC composite samples are given in Figure 10.

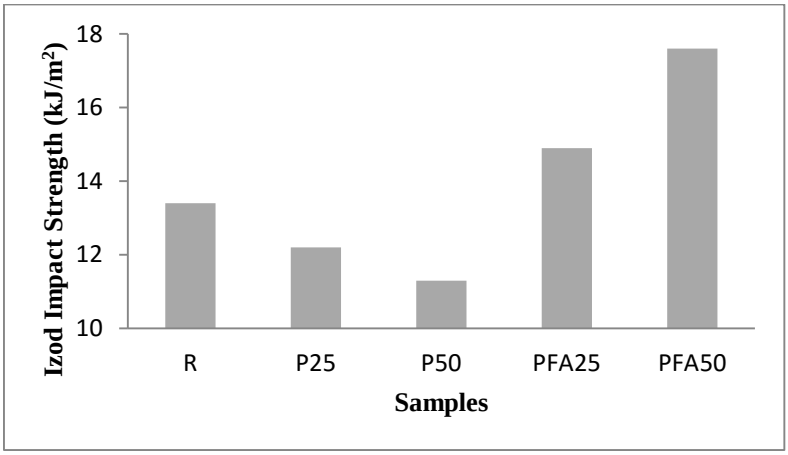


Figure 10. The notched izod impact strength values of PVC composite samples

The notched izod impact strength values of PVC composite samples vary between 11.3-17.6 kJ/m^2. The lowest notched izod impact strength value was given by the P50 sample and was 15.7% lower than the reference sample. The highest value was given by PFA50 and this sample was 31.3% higher than the reference sample. The izod impact strength tests of the samples before and after images are given in Figure 10.



Figure 10. The izod impact strength tests of the samples before and after images

4. CONCLUSIONS

In this study, the physical and mechanical properties of PVC composite sheets including pumice, paper mill fly ash and high amount of waste PVC are investigated. According to the results of the experimental studies following conclusions can be drawn;

- The unit weights of the composites are between 0.47-0.54 t/m^3. As the amount of pumice increased, the unit weight values increased and as the amount of paper mill fly ash increased, the unit weight values decreased.
- According to the water absorption both at 2 and 24 hours, the lowest water absorption rate was obtained from the P50 sample.
- The lowest thermal conductivity coefficient value was obtained by PFA50. This value is 0.0654 W/mK.
- The UPV results were increased with the increase of pumice amount. These results indicate the denser and compacter microstructure of pumice containing PVC composites.
- The bending strengths of PVC composite samples vary between 15.9-17.4 MPa. The highest bending strength was obtained by P50 and 3.6% higher than the reference sample.
- The highest tensile strength was obtained by P25 and this sample was 6.1% higher than the reference sample.
- The highest notched izod impact strength was obtained by PFA50 and this sample was 31.3% higher than the reference sample

REFERENCES

1. ASTM Standard C 1113-90, 1990. Test Method for Thermal Conductivity of Refractories by Hot Wire.
2. ASTM Standard D 638, 2005. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic.
3. Balasubramanian M., 2013.Composite Materials and Processing, (210p) CRC Press .648p
4. Binici H, Aksogan O, Kaplan H, Gorur E.B, Bodur M.N.,2008. Performance of ground blast furnace slag (GBS) and ground basaltic pumice (GBP) concrete against seawater attack, Construction and Building Materials, 22, 1515–1526.
5. Clemons, C. 2008. Raw Materials for Wood–Polymer Composites. Wood–Polymer Composites, 1–22.
6. Endo, K. 2002. Synthesis and structure of poly(vinyl chloride). Progress in Polymer Science, 27: 10, 2021–2054.
7. Hossain A., Khandaker M. Properties of volcanic pumice based cement and lightweight concrete. Cem. Concr. Res., 34 (2) (2004), 283–291.
8. Jiang, H., & Kamdem, D. P., 2004. Development of poly(vinyl chloride)/wood composites. A literature review. Journal of Vinyl and Additive Technology, 10(2), 59–69.
9. Kipas Paper Environmental Impact Assessment (EIA) Final Report, 2011. (in Turkish)
10. Klyosov, A., 2007. Wood-plastic composites, John Wiley & Sons,Hoboken, NJ.
11. Matuana, L.M., Heiden, P.A. 2004. Wood Composites, Encyclopedia of Polymer Science And Technology, 12: 521-546.

12. Matuana, L. M., Mengeloğlu F., 2002. Manufacture of Rigid PVC / Wood-Flour Composite Foams Using Moisture in Wood as Foaming Agent. Journal of Vinyl&Additive Technology, 8 (4): 264–270.
13. Mengeloglu, F., Karakus, K., 2008. Polymer-Composites from Recyled High Density Polyethylene and Waste Lignocellulosic Materials. Fresenius Environmental Bulletin, 17 (2);211-217.
14. Monosi S., Sani D.,Ruello M. L., 2012.Reuse of Paper Mill Ash in Plaster Blends.The Open Waste Management Journal, 5 , 5-10.
15. Plastics Europe, 2018. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. Plastics – the Facts 2018.
16. Simonsen, J. 1995. The Mechanical Properties of Woodfiber-Plastic.Composites: Theoretical vs. Experimental. In Proc. Woodfiber Plastic Composites.Forest Products Society. Proc. No:7293. p:47-55.
17. Smallwood PV., 1989. In: Mark HF, Bikales NM, Overberger CG, editors. Encyclopedia of polymer science and engineering, 2nd ed, vol. 17. New York: Wiley; p. 295
18. TS EN 323, 1999. Wood- Based panels- Determination of density, TSE, Ankara.
19. TS EN ISO 62, 2009. Plastics - Determination of water absorption, TSE, Ankara.
20. TS EN ISO 175, 2010. Plastics - Methods of test for the determination of the effects of immersion in liquid chemicals, TSE, Ankara.
21. TS EN ISO 178, 2011. Plastics - Determination of flexural properties, TSE, Ankara.
22. TS EN ISO 180, 2006. Plastics - Determination of Izod impact strength, TSE, Ankara.
23. TS 825, 2013. Thermal insulation requirements for buildings, TSE, Ankara.
24. Turkish Statistical Institute, 〈http://www.turkstat.gov.tr/, 2016 . (in Turkish).
25. Xie, X.-L., Liu, Q.-X., Li, R. K.-Y., Zhou, X.-P., Zhang, Q.-X., Yu, Z.-Z., & Mai, Y.-W., 2004. Rheological and mechanical properties of PVC/CaCO3 nanocomposites prepared by in situ polymerization. Polymer, 45(19), 6665–6673.

A CERTAIN SUBCLASS OF ANALYTIC AND BI-UNIVALENT FUNCTIONS INVOLVING THE EXPONENTIAL FUNCTION

Hatun Özlem GÜNEY
Prof. Dr., Dicle University, Türkiye

Abstract

In the present paper, we aim at introducing a new subclass of analytic and bi-univalent functions involving the exponential function and finding the estimates on the initial coefficients of functions in this class. Especially for special parameteres, we give some results for well-known subclasses of bi-univalent function class.

Key Words: Analytic function, bi-univalent function, exponential function.

1.INTRODUCTION

Let A denote the class of analytic functions of the form

$$f(z)=z+\sum_{n=2}^{\infty}a_n z^n \tag{1}$$

in the unit disc $U=\{z\in\mathbb{C}:|z|<1\}$. Let S denote the subclass of A, which consists of functions of the form (1) that are univalent and normalized by the conditions $f(0)=f'(0)-1=0$ in U. Let the notations S^* and C shows the families of starlike and convex functions respectively and are defined as:

$$S^*=\left\{f\in S:\frac{zf'(z)}{f(z)}\prec\frac{1+z}{1-z}\,;\,z\in U\right\}$$

and

$$C=\left\{f\in S:1+\frac{zf''(z)}{f'(z)}\prec\frac{1+z}{1-z}\,;\,z\in U\right\}$$

where the symbol "$\prec$" denotes the familiar subordinations between analytic functions and define as: an analytic f is subordinate to an analytic function h, written $f(z)\prec h(z)$, if there is an analytic function $w:U\to U$ with $w(0)=0$ satisfying $f(z)=h(w(z))$. In particular, if g is univalent in U, the above subordination is equivalent to $f(0)=h(0)$ and $f(U)\subset h(U)$.

The family $S_e^*=S^*\left(e^z\right)$ was introduced by Mediratta et al. [1] given as:

$$S_e^*=\left\{f\in S:\frac{zf'(z)}{f(z)}\prec e^z\,;\,z\in U\right\}$$

and

$$C_e = \left\{ f \in S : 1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)} \prec e^z \ ; \ z \in U \right\}.$$

It is well-known that every function $f \in S$ has an inverse f^{-1}, which is defined by

$$f^{-1}\left(f(z)\right) = z; \quad z \in U$$

and

$$f\left(f^{-1}(w)\right) = w; \quad |w| < r_0(f) \quad and \quad r_0(f) \geq \frac{1}{4},$$

where the inverse function f^{-1} is given by

$$g(w) = f^{-1}(w) = w - a_2 w^2 + \left(2a_2^2 - a_3\right)w^3 - \left(5a_2^3 - 5a_2 a_3 + a_4\right)w^4 + \ldots = w + \sum_{n=2}^{\infty} b_n w^n \ . \qquad (2)$$

Then we say that the function $f \in S$ is said to be bi-univalent in U if both f and f^{-1} are univalent in U. Let $\sum$ denote the class of bi-univalent functions in U given by (1). Firstly, Lewin [2] studied the class of bi-univalent functions, obtaining the bound $|a_2| \leq 1.51$. Subsequently, Brannan and Clunie [3] conjectured Lewin's result to $|a_2| \leq \sqrt{2}$ for $f \in \Sigma$. Brannan and Taha [4] introduced certain subclasses of bi-univalent function class Σ similar to the familiar subclasses. In fact, the aforecited work of Srivastava et al. [5] essentially revived the investigation of various subclasses of bi-univalent function class Σ in recent years. Recently, many authors investigated bounds for various subclasses of bi-univalent functions. Not much is known about the bounds on general coefficient $|a_n|$ for $n \geq 4$. This is because the bi-univalency requirement makes the behavior of the coefficients of the function f and its inverse $F = f^{-1}$ unpredictable. In the literature, only few works determine general coefficient bounds $|a_n|$ for the analytic bi-univalent functions.

Let $\wp$ denote the class of all functions p that are analytic in the unit disc with $\mathrm{Re}(p(z)) > 0$ and has the following series representation:

$$p(z) = 1 + \sum_{n=2}^{\infty} p_n z^n \ . \qquad (3)$$

We assume that ϕ is an analytic function with positive real part in the unit disc such that $\phi(0) = 1$, $\phi'(0) > 0$ and $\phi(U)$ is symmetric with respect to real axis. This function has a Taylor series of the form

$$\phi(z) = 1 + B_1 z + B_2 z^2 + \ldots \ , \ B_1 > 0.$$

Suppose that $u(z)$ and $v(z)$ are analytic in the unit disc U with

$$u(0) = v(0) = 0 \ , \ |u(z)| < 1 \ , \ |v(z)| < 1$$

and that

$$u(z) = c_1 z + \sum_{n=2}^{\infty} c_n z^n \quad , \quad v(z) = d_1 z + \sum_{n=2}^{\infty} d_n z^n \quad ; \ z \in U. \qquad (4)$$

After simple calculations, we obtain that

$$\phi\left(u(z)\right) = 1 + B_1 c_1 z + \left(B_1 c_2 + B_2 c_1^2\right)z^2 + \ldots \ , \quad z \in U,$$

and

$$\phi\left(v(w)\right) = 1 + B_1 d_1 w + \left(B_1 d_2 + B_2 d_1^2\right)w^2 + \ldots \ , \quad w \in U.$$

We define the following subclass of bi-univalent functions class:

Definition 1 A function $f \in \sum$ is said to be in the class $G_{\sum}(\gamma, e)$, if the following subordinations are satisfied:

$$\frac{zf'(z)+\gamma z^2 f''(z)}{(1-\gamma)f(z)+\gamma z f'(z)} \prec e^z \tag{5}$$

and

$$\frac{wg'(w)+\gamma w^2 g''(w)}{(1-\gamma)g(w)+\gamma w g'(w)} \prec e^w \tag{6}$$

where the function $g(w) = f^{-1}(w)$ is given by (2) and $z, w \in U$.

For $\gamma = 0$, a function $f \in \sum$ is said to be in the class $G_{\sum}(\gamma, e) = S^*_{\sum}(e)$ if the following conditions are satisfied:

$$\frac{zf'(z)}{f(z)} \prec e^z \qquad \text{and} \qquad \frac{wg'(w)}{g(w)} \prec e^w$$

where the function $g(w) = f^{-1}(w)$ is given by (2) and $z, w \in U$.

For $\gamma = 1$, a function $f \in \sum$ is said to be in the class $G_{\sum}(\gamma, e) = C_{\sum}(e)$ if the following conditions are satisfied:

$$1+\frac{zf''(z)}{f'(z)} \prec e^z \qquad \text{and} \qquad 1+\frac{wg''(w)}{g'(w)} \prec e^w$$

where the function $g(w) = f^{-1}(w)$ is given by (2) and $z, w \in U$.

2. MAIN RESULTS

In this section, we find the estimates on the initial coefficients in the class $G_{\sum}(\gamma, e)$ proposed Definition 1.

Theorem 1 Let $f \in \sum$ given by (1) belongs to the class $G_{\sum}(\gamma, e)$. Then, for $0 \le \gamma \le 1$, we have

$$|a_2| \le \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{|3+6\gamma-\gamma^2|}} \tag{7}$$

and

$$|a_3| \le \frac{1}{(1+\gamma)^2} + \frac{1}{2(1+2\gamma)}. \tag{8}$$

Proof Define the functions $p(z)$ and $q(z)$ by

$$p(z)=\frac{1+u(z)}{1-u(z)}=1+p_1z+p_2z^2+...$$

and

$$q(z)=\frac{1+v(z)}{1-v(z)}=1+q_1z+q_2z^2+...$$

or, equivalently

$$u(z)=\frac{p(z)-1}{p(z)+1}=\frac{1}{2}p_1z+\frac{1}{2}\left(p_2-\frac{p_1^2}{2}\right)z^2+... \tag{9}$$

and

$$v(z)=\frac{q(z)-1}{q(z)+1}=\frac{1}{2}q_1z+\frac{1}{2}\left(q_2-\frac{q_1^2}{2}\right)z^2+....\tag{10}$$

Then the functions $p(z)$ and $q(z)$ are analytic in U with $p(0)=1=q(0)$. Since $u,v:U\to U$, then $p(z)$ and $q(z)$ have a positive real part in U, so $|p_n|\le 2$ and $|q_n|\le 2$.

Let $f\in G_{\Sigma}(\gamma,e)$. Then there are analytic functions given by (4)

$$\frac{zf'(z)+\gamma z^2f''(z)}{(1-\gamma)f(z)+\gamma zf'(z)}=e^{u(z)} \tag{11}$$

and

$$\frac{wg'(w)+\gamma w^2g''(w)}{(1-\gamma)g(w)+\gamma wg'(w)}=e^{v(w)} \tag{12}$$

where the function $g(w)=f^{-1}(w)$.

We have $e^z=1+z+\frac{z^2}{2!}+\frac{z^3}{3!}+....$ After some computations and rearranging, it yields

$$e^{u(z)}=1+\frac{1}{2}p_1z+\left(\frac{p_2}{2}-\frac{p_1^2}{8}\right)z^2+\left(\frac{p_1^3}{48}+\frac{p_3}{2}-\frac{p_1p_2}{2}\right)z^3+...$$

and

$$e^{v(w)}=1+\frac{1}{2}q_1w+\left(\frac{q_2}{2}-\frac{q_1^2}{8}\right)q^2+\left(\frac{q_1^3}{48}+\frac{q_3}{2}-\frac{q_1q_2}{2}\right)w^3+...$$

Then we can write

$$\frac{zf'(z)+\gamma z^2 f''(z)}{(1-\gamma)f(z)+\gamma zf'(z)}=1+\frac{1}{2}p_1 z+\left(\frac{p_2}{2}-\frac{p_1^2}{8}\right)z^2+\left(\frac{p_1^3}{48}+\frac{p_3}{2}-\frac{p_1p_2}{2}\right)z^3+\ldots \tag{13}$$

and

$$\frac{wg'(w)+\gamma w^2 g''(w)}{(1-\gamma)g(w)+\gamma wg'(w)}=1+\frac{1}{2}q_1 w+\left(\frac{q_2}{2}-\frac{q_1^2}{8}\right)q^2+\left(\frac{q_1^3}{48}+\frac{q_3}{2}-\frac{q_1q_2}{2}\right)w^3+\ldots \quad . \tag{14}$$

Thus, upon comparing the corresponding coefficients in (13) and (14), we have

$$(1+\gamma)a_2=\frac{1}{2}p_1 \tag{15}$$

$$2(1+2\gamma)a_3-(1+\gamma)^2a_2^2=\frac{p_2}{2}-\frac{p_1^2}{8} \tag{16}$$

and

$$-(1+\gamma)a_2=\frac{1}{2}q_1 \tag{17}$$

$$-2(1+2\gamma)a_3-\left(\gamma^2-6\gamma-3\right)^2a_2^2=\frac{q_2}{2}-\frac{q_1^2}{8}. \tag{18}$$

Now from (15) and (17) , we get

$$p_1=-q_1 \quad \text{and} \quad 2(1+\gamma)^2a_2^2=\frac{1}{4}\left(p_1^2+q_1^2\right). \tag{19}$$

If we add (16) to (18) we have

$$2\left[1+2\gamma-\gamma^2\right]a_2^2=\frac{p_2+q_2}{2}-\frac{p_1^2+q_1^2}{8}. \tag{20}$$

By using (19) in (20), we obtain

$$\left[3+6\gamma-\gamma^2\right]a_2^2=\frac{p_2+q_2}{2}$$

which gives

$$\left|a_2\right|\le\frac{\sqrt{2}}{\left|3+6\gamma-\gamma^2\right|}.$$

Moreover, for the bound of $\left|a_3\right|$, if we subtract (18) to (16), we get

$$4(1+2\gamma)(a_3-a_2^2)=\frac{p_2-q_2}{2}. \tag{21}$$

Then, in view of (19), (21) becomes

$$a_3=\frac{p_1^2+q_1^2}{8(1+\gamma)^2}+\frac{p_2-q_2}{8(1+2\gamma)}.$$

Finally, we deduce

$$|a_3|\le\frac{1}{(1+\gamma)^2}+\frac{1}{2(1+2\gamma)}.$$

So, the proof is completed.

Corollary 1 Let $f\in\sum$ given by (1) belongs to the class $G_{\sum}(0,e)=S_{\sum}^{*}(e)$. Then we have

$$|a_2|\le\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \qquad \text{and} \qquad |a_3|\le\frac{3}{2}.$$

Corollary 2 Let $f\in\sum$ given by (1) belongs to the class $G_{\sum}(1,e)=C_{\sum}(e)$. Then we have

$$|a_2|\le\frac{1}{2} \qquad \text{and} \qquad |a_3|\le\frac{5}{12}.$$

References

[1]Mendiratta R., Nagpal S., Ravichandran V., On a subclass of strongly starlike functions associated with exponential function. Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 2015, 38, 365–386.

[2]Lewin M., On a coefficient problem for bi-univalent functions, Proceedings of the American Mathematical Society, 18, 1967, 63–68.

[3]Brannan D.A., Clunie J., Aspects of contemporary complex analysis. Academic Press, London and New York, USA, 1980.

[4]Brannan D.A., Taha T.S., On some classes of bi-univalent functions. In: S.M. Mazhar, A. Hamoui,N.S. Faour (Eds.), Mathematical Analysis and Its Applications, Kuwait; 1985, 18-21.

[5]Srivastava H.M., Mishra A.K., Gochhayat P., Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. Appl. Math. Lett. 2010, 23: 11, 88-119.

ON THE HORADAM POLYNOMIAL COEFFICIENT BOUNDS FOR FUNCTIONS IN A CERTAIN SUBCLASS OF THE BI-UNIVALENT FUNCTION CLASS

Hatun Özlem GÜNEY
Prof. Dr., Dicle University, Türkiye

Abstract

There have been many interesting special functions and special polynomials in Geometric Function Theory. We use of the Horadam polynomials which are known to include, as their particular cases, such potentially useful polynomials as the Fibonacci polynomials, the Lucas polynomials, the Pell polynomials, the Pell-Lucas polynomials and Chebyshev polynomials of the second kind.

Firstly, we aim at introducing a new subclass of analytic and bi-univalent functions associated with the Horadam polynomials. Secondly, we derive initial coefficient inequalities for functions belonging to this subclass of bi-univalent function class.

Keywords: Analytic function, bi-univalent function, Horadam polynomial.

1.INTRODUCTION

Let A denote the class of analytic functions of the form

$$f(z)=z+\sum_{n=2}^{\infty}a_n z^n \tag{1}$$

in the unit disc $U=\{z\in\mathbb{C}:|z|<1\}$. Let S denote the subclass of A, which consists of functions of the form (1) that are univalent and normalized by the conditions $f(0)=f'(0)-1=0$ in U. Let the notations S^* and C shows the families of starlike and convex functions respectively and are defined as:

$$S^*=\left\{f\in S:\frac{zf'(z)}{f(z)}\prec\frac{1+z}{1-z}\,;\,z\in U\right\}$$

and

$$C=\left\{f\in S:1+\frac{zf''(z)}{f'(z)}\prec\frac{1+z}{1-z}\,;\,z\in U\right\}$$

where the symbol "$\prec$" denotes the familiar subordinations between analytic functions and define as: an analytic f is subordinate to an analytic function h, written $f(z)\prec h(z)$, if there is an analytic function $w:U\to U$ with $w(0)=0$ satisfying $f(z)=h(w(z))$. In particular, if g is univalent in U, the above subordination is equivalent to $f(0)=h(0)$ and $f(U)\subset h(U)$.

It is well-known that every function $f\in S$ has an inverse f^{-1}, which is defined by

$$f^{-1}\left(f(z)\right)=z;\quad z\in U$$

and

$$f\left(f^{-1}(w)\right)=w;\quad |w|<r_0(f)\quad and\quad r_0(f)\geq\frac{1}{4},$$

where the inverse function f^{-1} is given by

$$g(w)=f^{-1}(w)=w-a_2w^2+\left(2a_2^2-a_3\right)w^3-\left(5a_2^3-5a_2a_3+a_4\right)w^4+\ldots=w+\sum_{n=2}^{\infty}b_nw^n\ . \qquad (2)$$

Then we say that the function $f\in S$ is said to be bi-univalent in U if both f and f^{-1} are univalent in U. Let $\sum$ denote the class of bi-univalent functions in U given by (1). Firstly, Lewin [1] studied the class of bi-univalent functions, obtaining the bound $|a_2|\leq 1.51$. Subsequently, Brannan and Clunie [2] conjectured Lewin's result to $|a_2|\leq\sqrt{2}$ for $f\in\Sigma$. Brannan and Taha [3] introduced certain subclasses of bi-univalent function class Σ similar to the familiar subclasses. In fact, the aforecited work of Srivastava et al. [4] essentially revived the investigation of various subclasses of bi-univalent function class Σ in recent years. Recently, many authors investigated bounds for various subclasses of bi-univalent functions. Not much is known about the bounds on general coefficient $|a_n|$ for $n\geq 4$.This is because the bi-univalency requirement makes the behavior of the coefficients of the function f and its inverse $F=f^{-1}$ unpredictable. In the literature, only few works determine general coefficient bounds $|a_n|$ for the analytic bi-univalent functions.

The Horadam polynomials $h_n(x,a,b;p,q)$, or briefly $h_n(x)$ are given by the following resurrence relation (see [5,6]):

$$h_n(x)=pxh_{n-1}(x)+qh_{n-2}(x)\ \text{ with }\ h_1(x)=a\ \text{ and }\ h_2(x)=bx \qquad (3)$$

for $n\in\mathbb{N}$ and some real constants a,b,p and q. The generating function of the Horadam polynomials $h_n(x)$ (see [6]) is given by

$$\Pi(x,z)=\sum_{n=1}^{\infty}h_n(x)z^{n-1}=\frac{a+(b-ap)xz}{1-pxz-qz^2}\quad . \qquad (4)$$

Here, and in what follows, the argument $x\in\mathbb{R}$ is independent of the argument $z\in\mathbb{C}$; that is, $x\neq \mathrm{Re}(z)$. Note that for particular values of a,b,p and q, the Horadam polynomial $h_n(x)$ leads to various polynomials, among those, we list few cases here (see, [5,6] for more details):

1) For $a=b=p=q=1$, we have the Fibonacci polynomials $F_n(x)$.
2) For $a=2$ and $b=p=q=1$, we obtain the Lucas polynomials $L_n(x)$.
3) For $a=q=1$ and $b=p=2$, we get the Pell polynomials $P_n(x)$.
4) For $a=b=p=2$ and $q=1$, we attain the Pell-Lucas polynomials $Q_n(x)$.
5) For $a=b=1$, $p=2$ and $q=-1$, we have the Chebyshev polynomials $T_n(x)$ of the first kind.
6) For $a=1$, $b=p=2$ and $q=-1$, we obtain the Chebyshev polynomials $U_n(x)$ of the second kind.

Recently, in literatüre, the coefficient estimates are found for functions in the class of univalent and bi-univalent functions associated with certain polynomials like the Faber polynomial [7], the Chebyshev polynomials [8], the Horadam polynomial [9]. Motivated in these lines, estimates on initial coefficients of the Taylor-Maclaurin series expansion (1) for a certain class of bi-univalent functions defined by means of Horadam polynomials are obtained.

2. MAIN RESULTS

A function $f \in \sum$ is said to be in the class $O_{\sum}^{\lambda,\beta}(f,h,k,x)$, if the following subordinations are satisfied:

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(f*h)(z)+\lambda(f*k)(z)}{z} \prec \Pi(x,z)+1-a \tag{5}$$

and

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(g*h)(w)+\lambda(g*k)(w)}{w} \prec \Pi(x,w)+1-a \tag{6}$$

where the function $g(w)=f^{-1}(w)$ is given by (2), $\beta \in \left(-\frac{\pi}{2},\frac{\pi}{2}\right)$, $\lambda \geq 0$ and $z,w \in U$.

Theorem 1 Let $f \in \sum$ given by (1) belongs to the class $O_{\sum}^{\lambda,\beta}(f,h,k,x)$. Then we have

$$|a_2| \leq \min\left\{\frac{|bx|}{(1-\lambda)h_2+\lambda k_2}, \sqrt{\frac{|bx|+|qbx^2+qa|}{(1-\lambda)h_3+\lambda k_3}}\right\} \tag{7}$$

and

$$|a_3| \leq \min\left\{\frac{|bx|+|qbx^2+qa|}{(1-\lambda)h_3+\lambda k_3}, \frac{|bx|}{(1-\lambda)h_3+\lambda k_3}+\frac{b^2x^2}{\left[(1-\lambda)h_2+\lambda k_2\right]^2}\right\}. \tag{8}$$

Proof Let $f \in \sum$ given by (1). Therefore,

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(f*h)(z)+\lambda(f*k)(z)}{z} = e^{i\beta}\left[1+\sum_{n=2}^{\infty}\left[(1-\lambda)h_n+\lambda k_n\right]a_n z^{n-1}\right] \tag{9}$$

and

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(g*h)(w)+\lambda(g*k)(w)}{w} = e^{i\beta}\left[1+\sum_{n=2}^{\infty}\left[(1-\lambda)h_n+\lambda k_n\right]b_n w^{n-1}\right]. \tag{10}$$

On the other hand, since f and $g(w)=f^{-1}(w) \in O_{\sum}^{\lambda,\beta}(f,h,k,x)$, there are two Schwarz function

$$u(0)=v(0)=0 \ , \ |u(z)|<1 \ , \ |v(z)|<1$$

and that

$$u(z)=c_1 z+\sum_{n=2}^{\infty}c_n z^n \quad , \quad v(z)=d_1 z+\sum_{n=2}^{\infty}d_n z^n \quad ; \ z \in U$$

such that

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(f*h)(z)+\lambda(f*k)(z)}{z} = \Pi(x,u(z))+1-a \tag{11}$$

and

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(g*h)(w)+\lambda(g*k)(w)}{w}=\Pi\left(x,v(w)\right)+1-a \tag{12}$$

or equivalently,

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(f*h)(z)+\lambda(f*k)(z)}{z}=1+h_1(x)-a+h_2(x)u(z)+h_3(x)\left[u(z)\right]^2+... \tag{13}$$

and

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(g*h)(w)+\lambda(g*k)(w)}{w}=1+h_1(x)-a+h_2(x)v(w)+h_3(x)\left[v(w)\right]^2+... \tag{14}$$

From these last equations, we have

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(f*h)(z)+\lambda(f*k)(z)}{z}=1+h_2(x)c_1z+\left[h_2(x)c_2+h_3(x)c_1^2\right]z^2+... \tag{15}$$

and

$$e^{i\beta}\frac{(1-\lambda)(g*h)(w)+\lambda(g*k)(w)}{w}=1+h_2(x)d_1w+\left[h_2(x)d_2+h_3(x)d_1^2\right]w^2+.... \tag{16}$$

Since $|u(z)|<1$, $|v(z)|<1$, it is well-known $|c_n|\le 1,\ \ |d_n|\le 1$. Thus, upon comparing the corresponding coefficients (15) and (16), we obtain

$$e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_2+\lambda k_2\right]a_2=h_2(x)c_1 \tag{17}$$

$$e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_3+\lambda k_3\right]a_3=h_2(x)c_2+h_3(x)c_1^2 \tag{18}$$

and

$$-e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_2+\lambda k_2\right]a_2=h_2(x)c_1 \tag{19}$$

$$e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_3+\lambda k_3\right]\left(2a_2^2-a_3\right)=h_2(x)d_2+h_3(x)d_1^2. \tag{20}$$

Now from (17) and (19), we get

$$c_1=-d_1 \ \text{ and } \ 2e^{2i\beta}\left[(1-\lambda)h_2+\lambda k_2\right]^2a_2^2=h_2^2(x)(c_1^2+d_1^2). \tag{21}$$

From (21), we write

$$a_2^2=\frac{h_2^2(x)(c_1^2+d_1^2)}{2e^{2i\beta}\left[(1-\lambda)h_2+\lambda k_2\right]^2}$$

and so,

$$|a_2| \le \frac{|bx|}{(1-\lambda)h_2 + \lambda k_2}. \tag{22}$$

Adding (18) to (20), we obtain

$$2e^{2i\beta}\left[(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3\right]^2 a_2^2 = h_2(x)(c_2 + d_2) + h_3(x)(c_1^2 + d_1^2) \quad . \tag{23}$$

From (23), we write

$$a_2^2 = \frac{h_2(x)(c_2 + d_2) + h_3(x)(c_1^2 + d_1^2)}{2e^{2i\beta}\left[(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3\right]^2}$$

and so,

$$|a_2| \le \sqrt{\frac{|h_2(x)| + |h_3(x)|}{(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3}} = \sqrt{\frac{|bx| + |qbx^2 + qa|}{(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3}}. \tag{24}$$

Considering (23) and (24), we have the inequality (7).

Moreover, for the bound of $|a_3|$, using (18), we obtain

$$a_3 = \frac{h_2(x)c_2 + h_3(x)c_1^2}{e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3\right]}$$

and so,

$$|a_3| \le \frac{|bx| + |qbx^2 + qa|}{(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3}. \tag{25}$$

If we subtract (20) to (18), we get

$$2e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3\right]\left(a_3 - a_2^2\right) = h_2(x)(c_2 - d_2) + h_3(x)(c_1^2 - d_1^2)$$

and so,

$$a_3 = \frac{h_2(x)(c_2 - d_2)}{2e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3\right]} + a_2^2.$$

Using (21), we obtain

$$a_3 = \frac{h_2(x)(c_2 - d_2)}{2e^{i\beta}\left[(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3\right]} + \frac{h_2^2(x)(c_1^2 + d_1^2)}{2e^{2i\beta}\left[(1-\lambda)h_2 + \lambda k_2\right]^2}$$

and so,

$$|a_3| \leq \frac{|bx|}{(1-\lambda)h_3 + \lambda k_3} + \frac{b^2 x^2}{\left[(1-\lambda)h_2 + \lambda k_2\right]^2}. \tag{26}$$

Considering (25) and (26), we have the inequality (8). So, the proof of Theorem is completed.

References

[1] Lewin M., On a coefficient problem for bi-univalent functions, Proceedings of the American Mathematical Society, 18, (1967), 63–68.

[2] Brannan D.A., Taha T.S., On some classes of bi-univalent functions. In: S.M. Mazhar, A. Hamoui,N.S. Faour (Eds.), Mathematical Analysis and Its Applications, Kuwait; February 18-21, 1985.

[3] Srivastava H.M., Mishra A.K., Gochhayat P., Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. Appl. Math. Lett. (2010), 23: 1188-119.

[4] Srivastava HM., Altınkaya, Ş., Yalçın S., Certain subclasses of bi-univalent functions associated with the Horadam polynomials, Iran J.Sci.Techn. Trans. Sci. 2019, 43: 1873-1879.

[5] Horadam, A.F., Mahon, J.M., Pell and Pell–Lucas polynomials, Fibonacci Quart., 23, (1985), 7-20.

[6] Hörçum T., Gökçen Koçer E., On some properties of Horadam polynomials, Int Math Forum 4, (2009), 1243–1252.

[7]Jahangiri J.M., Hamidi S.G., Abd. Halim S., Coefficients of bi-univalent functions with positive real part derivatives, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. (2) 37 (2014), no. 3, 633–640.

[8] Girgaonkar V.B., Joshi S.B., Coefficient estimates for certain subclass of bi-univalent functions associated with Chebyshev polynomial, Ganita 68 (2018), no. 1, 79–85.

[9] Srivastava, H.M., Altınkaya, Ş. and Yalçın, S. Certain subclasses of bi-univalent functions associated with the Horadam polynomials, Iran J Sci Technol Trans Sci, (2018), 1–7.

YAĞI AZALTILMIŞ DONDURMADA POTANSİYEL YAĞ İKAMESİ OLARAK BÖRÜLCE, SARI MERCİMEK, KARABUĞDAY VE YULAF UNLARI

COWPEA, YELLOW LENTIL, BLACK WHEAT, AND OAT FLOURS AS POTENTIAL FAT SUBSTITUTE IN REDUCED FAT ICE CREAM

M. Serdar AKIN

Prof. Dr., Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Kübra NURDAĞ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa

ÖZET

Dondurma; süt veya süt tozu, krema gibi ürünlerden, stabilizerler, emülsifiyerler ve aroma maddelerinin karışımlarının hava yardımıyla dondurucularda işlenmesi sonucunda meydana gelen süt ürünüdür. Dondurma, yüksek yağ oranı ve enerji değerleri bakımından oldukça önemli ve dikkat çeken bir gıda haline gelmiştir. Gıda maddelerinde yağ; gıdanın lezzetine, görünüşüne, tadına ve aromasına büyük katkı sağlar. Günümüzde süt ve süt ürünleri doymuş yağ oranı yüksek gıdalar olduğu için kolesterol riski oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak insanlarda en çok rastlanılan hastalığın kalp ve damar hastalıkları olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla hastalıkları engellemeye yönelik olarak tüketiciler, yağ oranı yüksek gıdalar tüketmek yerine yağ içeriği düşük ya da yağı azaltılmış gıdaları tercih etmeye başlamışlardır. Bu nedenle yağ ikame maddeleri yardımıyla gıdaların yağ içeriklerini düşürmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yağ ikame maddeleri, yağın duyusal ve fonksiyonel özelliklerinin yerine geçen, kimyasal olarak yağ olmayan ve yağdan daha az enerjiye sahip olan maddelerdir. Yağ ikame maddeleri, hacim arttıran, nem tutan, stabilize edici ve tekstürü iyileştirici olarak da gıdalarda kullanılmaktadır. Yağ oranı azaltılmış dondurma üretiminde yağ ikame maddelerinin kullanımının dondurmanın fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği, aksine olumlu sonuçlar verdiği bilinmektedir. Yağ ikame maddeleri genellikle karbonhidrat bazlı, protein bazlı ve lipid bazlı olarak üç grupta sınıflandırılır.

Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddeleri modifiye edilmiş selüloz türevleri (mikrokristalimsi selüloz, metil selüloz ve hidroksipropil metil selüloz), inulin, pektin, polidekstroz ve diğer diyet lifleri içerir. Kalınlaştırıcılar ve stabilizatör olarak güvenle kullanılırlar ve yağ ikamesi olarak esas etkilerini ortamdaki suyu bağlayarak ve jel oluşturarak gösterirler. Protein bazlı yağ ikame maddeleri genellikle peynir altı suyu protein konsantresinden (WPC) üretilir. Onlar genellikle ısıl işlemle pıhtılaşan proteinlerin kesilerek (mikropartikülasyon işlem) küçük partiküllere dönüştürülmesi ile üretilirler. Bu partiküllerin boyutları ağız hissi için çok önemlidir. 0,2-2 µm büyüklüğündeki partiküller ağızda kremsi his oluştururken, daha büyük parçacıklar (3 µm'den büyük) kumlu yapıya neden olur. Lipit bazlı yağ ikame maddeleri emülsifiyerleri, orta zincirli triasilgliserolleri veya yüzey aktif özelliğe sahip olan ve emülsiyon oluşturabilen yapısal lipitleri içerir.

Baklagiller ve tahıllar yüksek oranda protein ve diyet lif içermelerinden dolayı yağ ikamesi olarak değerlendirilebilirler. Börülce, sarı mercimek, karabuğday ve yulaf da yüksek oranda protein ve lif içeriğine sahip olmaları dolayısıyla yağ ikame maddesi olarak kullanılma potansiyelleri bulunmaktadır. Bu derlemede bu baklagil ve tahıl unlarının dondurma üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılma potansiyelleri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, yağ ikame maddeleri, börülce, sarı mercimek, karabuğday ve yulaf unları

ABSTRACT

Ice-cream is a product of milk or milk powder, cream, stabilizers, emulsifiers and flavors that are produced by freezing. Ice cream has become an important and remarkable food in terms of high fat content and energy values. Fat in foods makes a great contribution to the flavor, appearance, taste and aroma of the food. Nowadays, milk and dairy products contain high in saturated fat and therefore constitute a cholesterol risk. Accordingly, it is known that the most common disease in humans is cardiovascular diseases. Therefore, in order to prevent diseases, consumers have started to prefer low-fat or reduced-fat foods instead of consuming high-fat foods. Therefore, studies are carried out to reduce the fat content of foods by using fat substitutes.

Fat substitutes are substances that replace the sensory and functional properties of the oil, are chemically non-fat and have less energy than fat. Fat substitutes are also used in foodstuffs as volume-increasing, moisture-retaining, stabilizing and texturizing agents. It is known that the use of fat substitutes in the production of fat-reduced ice cream does not adversely affect the physical properties of the ice cream, but on the contrary, it gives positive results. Fat substitutes are generally classified into three groups as carbohydrate-based, protein-based and lipid-based.

Carbohydrate-based fat substitutes include modified cellulose derivatives (microcrystalline cellulose, methylcellulose and hydroxypropyl methylcellulose), inulin, pectin, polydextrose, and other dietary fibers. They are used safely as thickeners and stabilizers and show their main effects as oil substitutes by binding the water and forming a gel. Protein-based fat substitutes are generally produced from whey protein concentrate (WPC). They are usually processed by thermally aggregating under shear (microparticulation process) to produce small particles. The size of these particles is very important for oral sensation. Particles with a size of 0.2-2 μm produce a creamy feeling in the mouth, while larger particles (greater than 3 μm) cause a sandy structure. Lipid-based fat replacers contain emulsifiers, medium chain triacylglycerols, or structured lipids that have active surface and can stabilize emulsions.

Legumes and cereals can be considered as fat substitutes because of their high protein and dietary fiber content. Cowpea, yellow lentils, buckwheat and oats have high protein and fiber content and therefore have potential to be used as fat substitutes. In this review, the potentials of these legumes and grains as fat substitutes in ice cream production are examined.

Keywords: Ice cream, fat substitute, cowpea, yellow lentil, buckwheat and oat flours

1. GİRİŞ

Dondurma; süt veya süt tozu, krema gibi ürünlerden, stabilizerler, emülsifiyerler ve aroma maddelerinin karışımlarının hava yardımıyla donduruculardа işlenmesi sonucunda meydana gelen süt ürünüdür. Dondurma, yüksek yağ oranı ve enerji değerleri bakımından oldukça önemli ve dikkat çeken bir gıda haline gelmiştir. Gıda maddelerinde yağ; gıdanın lezzetine, görünüşüne, tadına ve aromasına büyük katkı sağlar. Günümüzde süt ve süt ürünleri doymuş yağ oranı yüksek gıdalar olduğu için kolesterol riski oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak insanlarda en çok rastlanılan hastalığın kalp ve damar hastalıkları olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla hastalıkları engellemeye yönelik olarak tüketiciler, yağ oranı yüksek gıdalar tüketmek yerine yağ içeriği düşük ya da yağı azaltılmış gıdaları tercih etmeye başlamışlardır. Bu nedenle yağ ikame maddeleri yardımıyla gıdaların yağ içeriklerini düşürmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Akbari ve ark., 2019).

Yağ ikame maddeleri, yağın duyusal ve fonksiyonel özelliklerinin yerine geçen, kimyasal olarak yağ olmayan ve yağdan daha az enerjiye sahip olan maddelerdir. Yağ ikame maddeleri, hacim arttıran, nem tutan, stabilize edici ve tekstürü iyileştirici olarak da gıdalarda kullanılmaktadır. Yağ oranı azaltılmış dondurma üretiminde yağ ikame maddelerinin kullanımının dondurmanın fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği, aksine olumlu sonuçlar verdiği bilinmektedir. Yağ ikame maddeleri genellikle karbonhidrat bazlı, protein bazlı ve lipid bazlı olarak üç grupta sınıflandırılır (Ognean ve ark., 2006).

Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddeleri modifiye edilmiş selüloz türevleri (mikrokristalimsi selüloz, metil selüloz ve hidroksipropil metil selüloz), inulin, pektin, polidekstroz ve diğer diyet lifleri içerir. Kalınlaştırıcılar ve stabilizatör olarak güvenle kullanılırlar ve yağ ikamesi olarak esas etkilerini ortamdaki suyu bağlayarak ve jel oluşturarak gösterirler. Protein bazlı yağ ikame maddeleri genellikle peynir altı suyu protein konsantresinden (WPC) üretilir (Goff ve Hartel, 2013). Bunlar genellikle ısıl işlemle pıhtılaşan proteinlerin kesilerek (mikropartikülasyon işlem) küçük partiküllere dönüştürülmesi ile üretilirler. Bu partiküllerin boyutları ağız hissi için çok önemlidir. 0,2-2 µm büyüklüğündeki partiküller ağızda kremsi his oluştururken, daha büyük parçacıklar (3 µm'den büyük) kumlu yapıya neden olur (Bringe ve Clark, 1993). Lipit bazlı yağ ikame maddeleri emülsifiyerleri, orta zincirli triasilgliserolleri veya yüzey aktif özelliğe sahip olan ve emülsiyon oluşturabilen yapısal lipitleri içerir (Lucca ve Tepper, 1994).

Baklagiller ve tahıllar yüksek oranda protein ve diyet lif içermelerinden dolayı yağ ikamesi olarak değerlendirilebilirler. Börülce, sarı mercimek, karabuğday ve yulaf da yüksek oranda protein ve lif içeriğine sahip olmaları dolayısıyla yağ ikame maddesi olarak kullanılma potansiyelleri bulunmaktadır. Bu derlemede bu baklagil ve tahıl unlarının dondurma üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılma potansiyelleri irdelenmiştir.

2. YAĞIN DONDURMALARIN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Süt yağı, dondurma tekstüründe önemli bir faktördür; bu nedenle, dondurmadaki yağın azaltılması, üründe kaba, kumlu, kırılgan bir yapı oluşumu ve büzülme gibi tekstürel kusurlara yol açabilir (Mahdian ve Karazhian, 2013; Akbari ve ark., 2019). Dondurmada, çapı yaklaşık 20 ila 50 µm arasında değişen küresel hava kabarcıkları, genellikle kazeinler, denatüre serum proteinleri ve emülgatörden oluşan ve kısmen yağ damlacıkları ile birleşmiş bir ağ ile çevrilidir (Goff, 2002). Aslında kısmen birleşmiş yağ, dondurmadaki hava kabarcıklarını ve köpük yapısını stabilize eden ve bu nedenle erime davranışını iyileştirmede temel olan bir ağın oluşmasına neden olur (Koxholt ve ark., 2001; Marshall ve ark., 2003).

Süt yağı aynı zamanda depolama sırasında aromada önemli bir rol oynar çünkü yağ önemli önemli aroma maddeleri için ana taşıyıcı görevi görür. Yağ, dondurma aromasını üç şekilde etkileyebilir: dondurmadaki zengin, tam ve kremamsı aromaya katkı yaparak; hidroliz ve oksidasyon reaksiyonlarına katılarak; üründe uçucu aroma maddelerinin algılanmasına yardımcı olarak (Plug ve Haring, 1993; Ohmesve ark., 1998; Prindiville ve ark., 1999). Ayrıca süt yağı, tekstür, ağız dolgunluğu, kremamsı yapı ve genel kayganlık hissini iyileştirmek için diğer bileşenlerle reaksiyona girer (Adapa ve ark., 2000).

3. DONDURMA ÜRETİMİNDE KULLANILAN YAĞ İKAME MADDELERİNİN ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Süt yağının dondurmanın yapısal ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesindeki öneminden dolayı, az yağlı dondurma üretiminde yukarıda belirtilen kusurların hafifletilmesi için yağ ikame maddelerinin eklenmesi gerekir. Dondurmada kullanılan en önemli yağ ikame maddeleri

ve bunların az yağlı dondurmanın fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri aşağıda açıklanmaktadır:

• **İnülin ve oligofruktoz:** Sindirilemeyen bir polisakarit olarak inülin, bazı meyve ve sebzelerde, özellikle de depolama karbonhidratı olarak hindiba kökü veya ekzo-polisakaritleri (EPS) olarak bazı mikroorganizmalarda bulunur. Yapısal olarak, doğal inulin, genellikle terminalinde bir glikoz molekülünden oluşan, heterojen bir fruktoz polimer karışımı olan bir Frukto-oligosakarittir (FOS). İnülin zincirlerinin polimerizasyon derecesi (DP) yaklaşık 12 olan ortalama olarak 2-60 ünitedir. Oligofruktoz, doğal inülinin kısmi enzimatik hidrolizi ile üretilen polimerizasyon derecesi 10'dan az olan bir inulin alt grubudur. Uzun zincirli inülin, oligofruktozdan daha az çözünür ve daha viskozdur ve özellikle dondurma gibi az yağlı yiyeceklerde yağ ikamesi ve tekstüre edici ajan olarak kullanılan doğal inülin, mükemmel ağız hissi özelliklerine yol açabilir (Bayarri ve ark., 2010; Devereuxve ark., 2003; GonzalezTomas ve ark., 2009; Niness, 1999; Sangeetha ve ark., 2005).

• **Maltodekstrin ve polidekstroz:** Dekstroz eşdeğeri (DE) 20'den daha az olan maltodekstrinler, mısır nişastasının kısmi hidrolizi ile üretilir, ancak yağ ikame özelliği göstermesi için DE <10 olmalıdır. Maltodekstrin jeli, stabil bir jel oluşturmak için katı ve sıvı yağlarla kolayca birleşebilir. Polidekstroz (örneğin, Pl. Inc., New York, NY, ABD tarafından üretilen Litesse®) de dekstrozun rasgele bağlarla polimerizasyonu yoluyla üretilir. Polidekstroz bir hacim kazandırıcı madde olarak görev yapar ve insanda gastrointestinal enzimlere direnç gösterir, böylece gram başına sadece bir kalori sağlar. Polidekstroz tatlı değildir, fakat donmuş tatlılarda kullanılır, çünkü bazı yağ koruyucu özelliklere sahiptir. Hem maltodekstrin hem de polidekstroz düşük yağlı dondurmada kullanılır, çünkü üretim, raf ömrü ve son ürünün fiyatı üzerindeki olumsuz etkileri minimumdur (Goff ve Hartel, 2013; Güzeler ve ark., 2011; Ohmes vd.ve ark., 1998; Schmidt ve ark., 1993).

• **Süt proteinleri:** Süt proteinleri iki ana fraksiyondan oluşur: kazeinler (%80) ve peynir altı suyu proteinleri (%20). Peynir altı suyu proteininin %50'yi aşan konsantrasyonları, yağ ikamesi olarak faydalı fonksiyonel özelliklere sahip ürünler oluşturabilir (Lucca ve Tepper, 1994). Simplesse® 100 (Nutra-Sweet Kelko Co., San Diego, ABD) ve Dairy-Lo ™ (Cultor FoodScience, NewYork, NY, ABD) protein konsantresi bazında protein bazlı yağ ikameleri olarak sınıflandırılmıştır (Yazici ve Akgun, 2004).

• **Soya proteinleri:** Soya fasulyesi proteinleri gıda formülasyonu için en önemli bitkisel protein kaynağıdır ve izolatlar bunların en çok tercih edilen şeklidir. Soya proteinleri iki ana bileşenden oluşur: 11S (glisinin) ve 7S (β-konglisin) globülinler (Sorgentini ve ark., 1995). Farklı ısıl işlemler, özellikle ısıl işlem, yapılarını değiştirerek soya proteinlerinin jelleşme, emülsiyon, köpüklenme ve hidrasyon gibi fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için kullanılabilir (Yamauchi ve ark., 1991). Şimdiye kadar, soya proteininin bir yağ ikame maddesi olarak kullanımıyla ilgili az sayıda çalışma yapılmıştır. Bunlardan birinde, soya proteini hidrolizatları / ksantan zamkı (SPH / XG) (96: 4) ile yağı %50 oranında ikame edilmiş dondurmanın, %10 yağlı kontrol dondurmasına benzer tekstürel ve duyusal özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Liu ve ark., 2018).

• **Tahıl ve meyve bazlı diyet lifleri:** Tahıllar selüloz, lignin ve hemiselülozun en önemli kaynaklarından biri iken, meyveler de pektin, gamlar ve müsilajın birincil kaynağıdır. Diyet lifler, insan bağırsağında sindirilmeyen ve absorbe edilmeyen ürünlerdir. Gıdalarda su tutma kapasitesini, emülsiyonunu ve / veya jel oluşumunu arttırma gibi bazı fonksiyonel özelliklere sahiptirler. Ayrıca, yiyeceklere diyet ilavesi ile tekstürel özellikleri değiştirebilir, sinerezden kaçınabilir ve raf ömrünü iyileştirebilir (Elleuch ve ark., 2011).

• **Bitki sakızları:** Agar, karragenan ve guar gam gibi bitki sakızları dondurulmuş tatlı ürünlerinde emülsiyon ve dengeleyici olarak kullanılırlar (Romanchik-Cerpovicz ve ark.,

2006). Bu malzemeler, çoğunlukla suyla etkileşime girebilen, donmuş tatlıların tekstürünü ve viskozitesini geliştiren ve ürünlere kayganlık ve kayganlık hissi veren çoğunlukla polisakarit yapısındaki makromoleküllerdir. Bununla birlikte, yağın aroma taşıma özelliklerini etkili bir şekilde taklit edemezler (Javidi ve Razavi, 2018; Rahimi ve ark., 2007).

• **Nişasta:** Nişasta, iki fraksiyona ayrıştırılmış glikoz monosakaritleri içeren bir polimerdir, amiloz, lineer fraksiyonunu ve amilopektin, dallı fraksiyonunu oluşturur. En önemli fonksiyonel gıda biyopolimerlerinden biri olan nişasta, birçok gıdada koyulaştırıcı, dengeleyici, jelleştirici madde, hacim artırıcı ve su bağlayıcı olarak yaygın şekilde kullanılır (Aberoumand, 2011; Chiu ve Solarek, 2009). Doğal nişasta, gıda sistemlerinde iyi bir dengeleyici olarak çalışır, ancak düşük termal ve kayma direnci veya termal ayrışma gibi bazı sınırlamalar bazı endüstriyel gıda uygulamalarında kullanımını sınırlandırır. Fiziksel ve/veya kimyasal modifikasyon işlemi ile fonksiyonel özellikleri iyileştirebilir ve bu böylece ısıtma, kesme, donma veya depolama işlemlerinde stabil halde kalabilir. Doğal nişastanın fiziksel ve / veya kimyasal modifikasyonundan yapılan modifiye nişastalar, doğal nişastanın sınırlamalarına sahip değildir ve yağ ikamesi olarak kullanılabilir. Bu türevler kısmen veya tamamen sindirilmemiş olarak üretilir, bu nedenle düşük kalorili gıdalarda kullanılabilir (Hermansson ve Svegmark, 1996).

4. AZ YAĞLI DONDURMADAKİ YAĞ İKAME MADDELERİNİN İŞLEVLERİ

4.1. Az yağlı dondurma miksinin reolojik özellikleri üzerine yağ ikame maddelerinin etkisi

Dondurma karışımları, kümeleşmiş yağ globülleri ve ve polisakkarit stabilizatörlerinin varlığından dolayı Newtonian olmayan bir psödoplastik bir akış göstermektedir (Aime ve ark., 2001; Goff ve Hartel, 2013). Çeşitli yağ ikameleri içeren yağı azaltılmış, düşük yağlı ve yağsız dondurmanın reolojik özelliklerinin incelendiği çok sayıda çalışma yapılmıştır (Li ve ark., 1997; Ohmes ve ark., 1998; Aime ve ark., 2001; Surapat ve Rugthavon, 2003; Ylisay ve ark., 2006; Akin ve ark., 2007; Akalın ve ark., 2008; Karaca ve ark. ,2009; İsmail ve ark., 2013; Akalin ve Erisir, 2008; Soukoulis ve ark., 2009; Mostafavi ve ark., 2016; Sharma ve ark., 2017; Liu ve ark., 2018).

Dondurmada yağ ikamesi olarak farklı seviyelerde (%1 ila%9 arasında) inülin kullanılmasının dondurma karışımının viskozitesini arttırdığını ve viskozitelerinin kontrol örneğine benzer olduğunu göstermiştir (Akalin ve Erisir, 2008; Akin ve ark., 2007; Aykan ark., 2008; El-Nagar ve ark., 2002; Karaca ve ark., 2009; Soukoulis ve ark., 2009). İnülin veya oligofruktoz ile dondurma miksindeki sıvı maddeler arasındaki etkileşimler dondurma miksindeki serbest suyun immobilizasyonuna neden olmakta ve dondurma karışımının viskozitesini arttırmaktadır.

Modifiye nişastaların, az yağlı dondurmalardaki dokuyu iyileştirme kabiliyeti, türüne, kullanılan dozaja ve dondurma formülasyonuna (özellikle dondurma yağ azaltma miktarına) bağlıdır. Ancak genel olarak, diğer karbonhidrat bazlı yağ değiştiricilere benzer modifiye nişastalar, su molekülleriyle hidrojen bağları oluşturabilir ve dondurma viskozitesini arttırabilir ve bunun sonucunda erime davranışını iyileştirebilir (Surapat ve Rugthavon, 2003). Aime ve ark. (2001) %8 yağ içeren yağı azaltılmış dondurmaya %5 oranında modifiye nişastanın viskoziteyi artırdığını, fakat yine de %10 yağlı kontrol örneğinden daha düşük olduğunu belirlemiştir.

Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre, düşük veya az yağlı dondurmaya Simplesse® 100 gibi peyniraltı suyu bazlı yağ ikame maddelerinin ilave edilmesi, su bağlamaları nedeniyle normal dondurma karışımına kıyasla karışım viskozitesinde bir artışa neden olmuştur (Adapa ve ark., 2000; Akalin ve ark., 2008; Ohmes ve ark., 1998). Protein bazlı yağ değiştiricilerin dondurma karışımının viskozitesini arttırma kabiliyetinin, proteinlerin dondurmada

emülsiyonun ve su bağlanmasının geliştirilmesindeki işlevselliği nedeniyle, inulin veya maltodekstrin gibi karbonhidrat bazlı yağ değiştiricilerinkinden daha büyük olduğu görülmektedir. Adapa ve ark. (2000) ile Schmidt ve ark. (1993) protein bazlı ve karbonhidrat bazlı yağ değiştiricilerin kullanılmasının dondurmanın elastik özelliklerini arttırmadığını, fakat viskozitesini arttırdığını göstermiştir.

Mısır şurubunun inülin ile ikamesi dondurmanın viskozitesini arttırır, çünkü inülinin moleküler ağırlığı mısır şurubundan daha yüksektir ve süt proteinleriyle reaksiyona girebilir (Schaller-Povolny ve Smith, 1999).

4.2. Az yağlı dondurmanın sertliği üzerine yağ ikame maddelerinin etkisi

Yağı azaltılmış dondurma formülasyonlarında, dondurma sertliği de diğer kalite özelliklerine benzer şekilde etkilenir. Dondurmanın sertliğinin, yağ içeriği ile ters orantılı olduğu, çünkü yağdaki azalmanın az yağlı dondurmadaki buz kristallerini arttırdığı ve muhtemelen dondurmada daha sert bir yapıya neden olduğu, bu nedenle az yağlı dondurmanın yağlı dondurmaya göre daha sert olduğu tahmin edilmektedir. Sertlikteki değişiklik, yüksek çözünen konsantrasyonların bir sonucu olarak donma noktalarındaki değişikliklerle de ilişkili olabilir. Düşük yağlı dondurmada karbonhidrat bazlı yağ ikame maddelerinin kullanılması, normal dondurmanınkine benzer şekilde düşük yağlı dondurmanın sertliğini değiştirebildiği için tesktürel özellikleri geliştirebilir (Guinard ve ark., 1997). Yağ ikame maddeleri, özellikle oligofruktoz ve inülin gibi düşük moleküler ağırlıklı olanlar, düşük yağlı dondurmalarda donma noktasının düşmesine neden olabilir. Oligofruktoz, inülinden daha düşük bir ortalama moleküler ağırlığa sahiptir, bu yüzden oligofruktoz kullanıldığında karışımın donma noktası daha fazla düşer.

Akbari ve ark. (2016), % 2 oranında yağ içeren dondurmada farklı düzeylerde (% 2, 3 ve% 4) inulin eklenmesinin, inülinin suyu bağlaması ve donma noktasını düşürmesi nedeniyle sertlik değerinin % 2 yağlı lontrol örneğinden daha düşük olduğunu göstermiştir. İnülin, jelleşme özellikleri nedeniyle düşük yağlı dondurma karışımının kıvamını artırabilir, bu da buz kristallelerini oranlarını azaltabilir. El-Nagar ve ark. (2002), %5, 7 ve 9 seviyelerinde inülin ilave edilen düşük yağlı dondurmada (% 5 yağ) sertlik değerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir.

Roland ve ark. (1999), yaklaşık% 13 maltodekstrin veya % 5,3 maltodekstrin ve % 10,12 polidekstroz kombinasyonu içeren yağsız dondurmaların sertliğinin, yağ ikame maddelerinin buz kristallerini azaltmasından dolayı, %0,1 yağ içeren dondurmadan daha düşük olduğunu bildirmiştir. Yağ ikamesi olarak modifiye nişastaların kullanılması, az yağlı dondurmadaki buz kristallerinin hacmini azaltabilir ve normal dondurmaya eşdeğer sertlikte bir ürün sunar.

Karbonhidrat esaslı aksine protein bazlı yağ değiştiriciler, düşük yağlı dondurmaların sertliğinde bir artışa neden olmaktadır. β-laktoglobulinin neden olduğu büyük protein ağları, hava hücrelerini çevreleyen sıvının özelliklerini değiştirmekten ve böylece sertliğin artmasından sorumlu olabilir. Roland ve ark. (1999), yağsız dondurmaya süt proteini konsantresi (MPC) ilavesinin, %0.1 yağ dondurması ile karşılaştırıldığında sertliği önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Başka bir çalışmada, Akalin ve ark. (2008) ayrıca %4 peynir altı suyu proteini izolatı içeren az yağlı dondurmaların sertliğinin, %4 inülin ile takviye edilmiş az yağlı dondurmaların yanı sıra normal dondurmadan daha yüksek olduğunu da bildirmiştir.

4.3. Düşük yağlı dondurmanın erime hızına yağ değiştiricilerin etkisi

Erime hızı ve dondurmanın ısıl değişkenlik özelliği arasında dolaylı bir ilişki vardır, bu nedenle ısıl esnekliği etkileyen herhangi bir faktör erime hızını etkileyebilir. Süt yağı veya bitkisel yağ, yağın çevreden dondurmaya giren ısının önünde yalıtkan olarak işlev görmesi nedeniyle dondurmadaki ısıl değişkenliği azaltır. Ek olarak, yağ, dondurma yapısındaki kısmen birleştirilmiş yağ ile çevrelenen hava hücrelerini stabilize eder, böylece depolama ve tüketim

sırasında dondurmanın daha iyi korumasını sağlar. Bu nedenle, az yağlı dondurmaların, yüksek yağlı dondurmalara kıyasla daha zayıf erime özelliklerine sahip olduğu açıktır.

El-Nagar ve ark. (2002), yoğurt dondurmalarına inülin eklenmesinin erime oranını düşürdüğünü bildirirken, Akalın ve ark. (2008) ile Akbari ve ark. (2016), farklı inulin içeren (%4 konsantrasyonda bile) düşük yağlı dondurmanın, kontrol dondurmaya kıyasla (inulin içermeyen ve %10 yağ içeren) karşılaştırıldığında, daha zayıf erime davranışına sahip olduğunu göstermiştir. Akalin ve Erisir (2008), %4 yağ içeriğine sahip dondurmalarda inulin ve oligofruktoz kullanımının erime davranışını iyileştirdiğini; ancak araştırmalarında tüm dondurmalar aynı süt yağı içeriğine sahip olması nedeniyle yağın erime oranı üzerindeki etkisi ortadan kalkmıştır. Akin ve ark. (2007) ayrıca, inülin dahil edilmesinin dondurma erimesini geciktirdiğini, çünkü inülin, su moleküllerini bağlayarak bir stabilizatör görevi görebileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada da tüm örneklerin yağ içeriği de aynı olduğundan yağın etkisi bilinmemektedir.

Düşük yağlı dondurmanın erime özelliklerini iyileştirme amacıyla kullanılan maltodekstrin gibi nişasta türevlerinin inülinden daha iyi olduğu görülmektedir. Spectre ve Setser (1994), tapyoka dekstrin veya patates maltodekstrin içeren düşük yağlı dondurmanın erime oranının ve normal yağ içeren kontrol dondurmasının farklı olmadığını bildirmiştir. Surapat ve Rugthavon (2003) tarafından da karbonhidrat bazlı yağ ikamesi ile üretilen yağı azaltılmış dondurmanın erime oranının su ile H- bağı oluşturarak dondurma karışımının viskozitesini artırması, böylece erime direncini artırmasından dolayı, %8 yağ içeren dondurmadan farklı olmadığını belirlemiştir.

Düşük yağlı dondurmanın erime oranı üzerine protein bazlı yağ ikamelerinin etkisi üzerine sadece birkaç araştırma yapılmıştır. Ohmes ve ark. (1998), yağsız dondurma üretmek için süt yağı yerine seçilen üç protein bazlı yağ ikamesinin erime hızı üzerinde bir etkisi olmadığını göstermiştir. Roland ve ark. (1999), az yağlı dondurmaya MPC ilavesinin, yağ ikamesi ilave edilmeden üretilen yağsız dondurmayla kıyaslandığında erimesini etkilemediğini bildirmiştir.

4.4. Hacim artışına yağ ikame maddelerinin etkisi

Hava hücreleri, dondurma işlemi sırasında dondurma karışımına dahil edilir ve hacim artışı (overrun) olarak ölçülen dondurma hacminde bir artışa yol açar.

Düşük yağlı dondurmalardaki yağ ikameleri ile ilgili yapılan araştırmaların çoğunda araştırmacılar, numunelerin hacim artışının sabit tutulmasını tercih etmişlerdir, çünkü hacim artışı dondurmanın erime davranışı ve sertlik gibi diğer fiziksel özelliklerini etkiler. Son zamanlarda araştırmacılar tarafından dondurmanın hacim artışı üzerine inulin ilavesinin etkisine ilişkin şaşırtıcı sonuçlar bildirilmiştir. Akalin ve Erisir (2008), Akin ve ark. (2007) inülin ilavesinin dondurmanın hacim artışı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını belirlemiştir. Adapa ve ark. (2000), karbonhidrat bazlı yağ ikameleri içeren düşük yağlı dondurma karışımlarının, sistemin viskozitesini artıracak olan suyun bağlanma kabiliyeti nedeniyle viskoz bir davranış sergilediği sonucuna varmıştır. Bu artan viskozite, çırpma kabiliyetinin azalmasının birincil nedeni olabilir. Benzer şekilde, Karaca ve ark. (2009), yüksek seviyelerde (az yağlı dondurma için%6 ya da yağsız dondurma için%8) maltodekstrin (N-Lite ™ D, National Starch ve Chemical GmbH, Hamburg, Almanya) ilavesinin yağlı dondurmayla karşılaştırıldığında hacim artışını azalttığını belirlemiştir. Ylisay ve ark. (2006) da, süt yağı yerine % 6 peynir altı suyu proteini ikamesinin (Simplesse® 100), düşük veya yağsız dondurma karışımlarında hacim artışını azalttığını bildirmiştir.

4.5. Yağ ikamelerinin duyusal özellikler üzerindeki etkisi

Bazı çalışmalar, yağ değiştiricilerin, düşük yağlı ve yağsız dondurmalarda bazı aroma kusurlarına neden olabileceğini göstermiştir. Proteinler bazı aroma komponentlerini bağlamaya meyilli olduklarından, gıda sistemlerinde istenmeyen aromaya neden olabilir veya aroma yoğunluğunu azaltabilirler (Lucca ve Tepper, 1994). Benzer şekilde, Hansen ve Heinis (1991),

peynir altı suyu protein konsantresinin, dondurmadaki vanilin orta yoğunluğunu azaltabileceğini bulmuştur, çünkü vanilin, aromatik bir aldehittir ve peynir altı suyu protein konsantresi ile reaksiyona girebilir. Bazen, dondurma formülasyonlarında maltodekstrin kullanılması, yetersiz bir şekilde rafine edildiğinde veya fermente edildiğinde istenmeyen tat oluşmasına neden olabilir. Oluşan bu istenmeyen tat "şurup tadı" denilen karamel veya malt aroması ile aynıdır. Şurup tadı vanilya aromasını kaplayabilir ve pişmiş tat artar (Goff ve Hartel, 2013).

Ohmes ve ve ark. (1998), süt yağı ve peynir altı suyu proteini bazlı yağ ikamelerini (%4,8 konsantrasyonda eklenmiş) içeren dondurmaların duyusal özelliklerini değerlendirmiş ve her üç yağ ikamesi (Prolo11®, Simplesse 100 ve Dairy- Lo) ile yer değiştirmiş süt yağının vanilin aroması üzerinde etkisi olmadığını, ancak yağlı dondurma diğer örneklerden daha fazla krema ve taze süt aromasına sahipken, yağ ikamelerinin peynir altı suyu, şurup ve pişmiş süt lezzetini arttırdığını belirlemiştir. Bu noktalar, yağın dondurmadaki lezzet değişikliğine etkisinin önemini vurgulamaktadır.

Aime ve ark. (2001), %5 modifiye bezelye nişastası ile yapılan az yağlı dondurmanın duyusal özelliklerinin kontrol dondurmasından önemli bir farklılık göstermediğini, ancak aynı konsantrasyonlarda modifiye nişasta içeren düşük yağlı ve yağsız numuneler için, pürüzsüzlük ve ağız dolgunluğu duyusal parametrelerinin normal dondurmadan daha düşük skorlara sahip olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçlar, yağı azaltılmış hindistancevizi dondurmasında yağ ikamesi olarak kullanılan modifiye nişastanın, kontrolle karşılaştırıldığında yağı azaltılmış dondurmanın rengi ve aroması üzerinde bir etkisi olmadığını bildiren Surapat ve Rugthavon (2003) tarafından elde edilen sonuçlarla tutarlıdır.

Spectre ve Setser (1994), süt yağının tapyoka ve patates dekstrin ile ikame edilmesi durumunda, kontrol dondurmasına göre kaba- kumlu yapının (pürüzlülüğün) arttığını ve kremamsı yapının azaldığını bildirmiştir. Ayrıca, süt yağının tapyoka ve patates dekstrini ile ikame edilmesinin dondurmanın duyusal özelliklerini (soğukluk, sakızlık ve ağız kaplaması dahil) etkilemediğini belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada, Roland ve ark. (1999), maltodekstrin ve polidekstroz yağ ikamelerinin, yağsız dondurmanın (%0.05'ten az yağ) duyusal özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmalarında, kontrol dondurmasının (%10 yağ içeren) tatlılık yoğunluğunu ve donma özelliğini korumak için yağ ikamleri içeren dondurma karışımları formüle edilmiştir. Polidekstroz içeren dondurmalarda sarımsı renk %10 yağlı dondurmaya kıyasla daha yüksek bulunurken, maltodekstrin içeren dondurmanın normal dondurma kadar beyaz olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca karbonhidrat bazlı yağ ikamesi içeren dondurmaların, görünüm skorunlarının %0.1 yağ içeren dondurmadan daha yüksek olduğunu ve % 10 yağ dondurmasından daha tatlı olduğunu bildirmişlerdir. Yağsız dondurmalardaki vanilya aroma yoğunluğunun %0.1 ila % 10 yağlı dondurmalar arasında orta düzeyde olduğu ve polidekstroz içeren dondurmaların, diğer tüm dondurmalardan daha acımsı tatta ve normal dondurmadan daha zayıf kremamsı bir tatta olduğu belirlenmiştir.

5. POTANSİYEL YAĞ İKAMESİ OLARAK BÖRÜLCE, SARI MERCİMEK, KARABUĞDAY VE YULAF

Vigna unguiculata (L.) Walpers, Leguminosae familyasına ait olan börülce baklagiller familyasına ait bir bitkidir. Kökeni Afrika Sahra çölünün güney bölgesine aittir. Börülce yüksek oranda protein içermesi nedeniyle, bitkisel gıda ürünleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. Börülce tanelerindeki protein, hayvansal proteinlere göre methionin ve sistein yönünden yetersiz olmasına rağmen, tahıl tohumlarına göre, aminoasit, lisin, triptofan yönünden oldukça zengindir. Börülce tanelerinin, aynı zamanda mineral (demir, çinko, manganez), vitamin (A, B,

C, folik asit), keratin, fenolik bileşikler ve çözünebilir lifler bakımından da zengin olduğu bildirilmektedir (Uzun, 2017; Öztürk, 2019).

Mercimek (*Lens culinaris*), baklagiller (Fabaceae) familyasında yer alan Lens cinsine dahil dört türden biridir. Mercimek proteinlerinin sindirilebilirliği oldukça yüksek (%92) olup, lisin ve metiyonin gibi elzem aminoasitlerce zengindir. Yağ oranı düşük, kompleks karbonhidrat oranı yüksek ve besleyicidir. Protein ve kompleks karbonhidratlarca zengin bir gıda olan mercimeğin başta B vitamini ve Fe olmak üzere Ca, Mn, Na, Cu, Zn ve P mineralleri açısından da zengin olduğu bildirilmektedir (Kurt-Gökhisar, 2018).

Tahıllarla hem benzerlik hem de farklılıklar gösteren ve pseudo-cereal (tahıl benzeri) grubuna dahil olan karabuğday, Polygonaceae familyasında yer almaktadır. Karabuğdayın ortalama bileşimi nem %9.6-13.8, nişasta %55-75, protein %10.0-12.5, lipid %1.4-4.7, kül %1.3-2.3, lif %7.0-10.7 ve diğer bileşenler %15-20 arasında değişmektedir. Yüksek besinsel değere sahip protein ve önemli miktarda diyet lif, vitamin (B1, B2 ve E vitaminleri) antioksidan (Rutin ve quercetin) ve mineral madde içeren karabuğday, özellikle fonksiyonel gıda endüstrisi için yüksek bir potansiyele sahiptir. Karabuğdayın nişasta ve lif içeriği neredeyse tahıllar ile aynı miktardadır ve yüksek oranda temel çoklu doymamış yağ asitlerini (linoleik asit gibi) içerir. Bileşiminde bütün temel aminoasitleri (özellikle lisin, treonin, triptofan) bulundurduğu için karabuğday proteini yüksek besin kalitesine sahiptir. Diğer taraftan tanenler, fitik asit α-amilaz ve proteaz inhibitörleri içermesi nedeniyle düşük bir sindirilebilirlik düzeyine sahiptir (Dizlek ve ark., 2009; Yetim ve ark., 2010; Hayıt ve Gül, 2015; İnanır ve ark., 2019).

Yulaf, *Avena* L. (*Poaceae*), Aveneae sınıfının *Gramineae* familyasına ait bir tahıl çeşidi olup, buğday ve arpaya göre daha yeni bir kültür bitkisidir. Orijini kesin olarak bilinmemekle birlikte, en fazla genetik çeşitlilik Akdeniz, Orta Doğu ve Himalaya Bölgeleri'nde görülmektedir. Kavuzlu ve kavuzsuz yulafın ortalama bileşimleri sırasıyla, %9.6 ve %7.6 nem, %12.6 ve %13 protein, %4.9 ve %7.7 yağ, %1.9 ve %1.7 kül, %48.1 ve %31.6 nişasta, %4.1 ve %3.8 β-glukan, %17.6 ve %22.9 toplam besinsel lif, %14.3 ve %17.6 çözünür lif olarak belirlenmiştir. Kavuzlu ve kavuzsuz yulaf sırasıyla ortalama 500.4 ve 520.4 mg kg^{-1} kalsiyum, 47.1 ve 200.5 mg kg^{-1} sodyum, 26.5 ve 32.1 mg kg^{-1} çinko, 7.8 ve 9.5 mg kg^{-1} vitamin E içermektedir (Öner, 2018).

Yapılarında bulunan proteinlerin fonksiyonel özellikleri nedeniyle börülce unu ve mercimek ununun protein esaslı yağ ikamelerine benzer özellikler taşıması nedeniyle yağ ikamesi olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Yüksek oranda karbonhidrat ve diyet lifler içermeleri nedeniyle karabuğday unu ve yulaf ununun da karbonhidrat bazlı yağ ikamelerine benzer davranışlar göstereceği ve bu nedenle potansiyel birer yağ ikame maddesi olabileceği tahmin edilmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yağ ikameleri, yağı azaltılmış, düşük yağlı veya yağsız gıda ürünlerinde yağın azaltma veya tamamen uzaklaştırılmasından kaynaklanabilecek tekstürel ve duyusal kusurları telafi etmek için kullanılan faydalı bileşenlerdir. Fakat hiçbir yağ ikamesi tek başına istenen etkiyi sağlayamamaktadır. Yağı azaltılmış veya yağsız dondurmalarda kullanılan yağ ikameleri, dondurmanın yapısındaki yağın tekstürel özellikler ve erime davranışı üzerindeki benzersiz rolü nedeniyle üründeki tekstür, aroma ve görünüş özllikleri açısından tüketici beklentisini karşılayamamaktadır. Bu nedenle düşük yağlı dondurma formülasyonlarında en iyi kaliteyi elde etmek için yağ ikameleri birbirleriyle kombinasyon halinde kullanılabilirler.

Börülce, mercimek, karabuğday ve yulaf unları bileşimlerinde hem protein, hem de karbonhidrat içermelerinden dolayı doğal olarak kombine edilmiş yağ ikameleri gibi davranabilir. Bilimsel sonuçların alınması için bu konuda yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, bu bileşiklerin yağ ikame maddesi olarak kullanım olanaklarının araştırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aberoumand, A., 2011. Studies on methods of starch modification and its uses in food and non food industries products. World Journal of Dairy and Food Sciences, 6, 115-124.

Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K. A., 2000. Rheological peroties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. Journal of Dairy Science, 83, 2224-2229.

Aıme, D.B., Arntfield, S.D., Malcomson, L.J., Rayland, D., 2001. Textural Analysis of Fat Reduced Vanilla Ice Cream Products. Food Researce Internetional, 34:237-246.

Akalin, A. S., Erisir, D., 2008. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. Journal of Food Science, 73(4), M184–M188.

Akalin, A. S., Karagözlü, C., Ünal, G., 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. European Food Research and Technology, 227, 889–895.

Akbari, M., Eskandari, M. H., Niakosari, M., Bedeltavana, A., 2016. The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat. International Dairy Journal, 57, 52–55.

Akbari, M., Eskandari, M. H., Davoudi, Z., 2019. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. Trends in Food Science & Technology 86, 34–40.

Akin, M. B., Akin, M. S., Kirmaci, Z., 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry, 104, 93–99.

Aykan, V., Sezgin, E., Guzel-Seydim, B., 2008. Use of fat replacers in the production of reduced-calorie vanilla ice cream. European Journal of Lipid Science and Technology, 110, 516–520.

Bayarri, S., Chuliá, I., Costell, E., 2010. Comparing l-carrageenan and an inulin blend as fat replacers in carboxymethyl cellulose dairy desserts. Rheological and sensory aspects. Food Hydrocolloids, 24, 578–587.

Bringe, N. A., Clark, D. R., 1993. Formulation and properties of microparticulat edwhey protein. In M. Yalpani (Ed.). Science for the food industry of the 21st century (pp. 51–68). ATL Press.

Chiu, C., Solarek, D., 2009. Modification of starches. In J. BeMiller, & R. Whistler (Eds.). starch: Chemistry and technology (pp. 629–655). Amsterdam, The Netherlands:Elsevier Inc.

Devereux, H. M., Jones, J. P., Mccormack, L., Hunter, W. C., 2003. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. Journal of Food Science, 68, 1850-1854.

Dizlek, H., Özer, M.S., İnanç, E., Gül, H., 2009. Karabuğday'ın bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. Gıda, 34: 337-324.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H., 2011. Dietary fibr and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry, 124(2): 411–421.

El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C. M., Kuri, V., Brennan, C. S., 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. International Journal of Dairy Technology, 55(2), 89-93.

Goff, H. D., Hartel, R. W., 2013. *Ice cream*. (7th ed.). New York: Springer

Goff, H. D., 2002. Formation and stabilisation of structure in ice-cream and related products. Current Opinion in Colloid and Interface Science, 7: 432-437.

Gonzalez-Tomas, L., Bayyari, S., Costell, E., 2009. Inulin-enriched dairy dessert: Physicochemical and sensory aspects. Journal of Dairy Science, 92, 4188-4199.

Guinard, J. X., Zoumas-Morse, C., Mori, L., Uatoni, B., Panyam, D., Kilara, A., 1997. Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream. Journal of Food Science, 62, 1087-1092.

Güzeler, N., Kacar, A., Say, D., 2011. Effect of milk powder, maltodextrin and polydextrose use on physical and sensory properties of low calorie ice cream during storage. Academic Food Journal, 7, 6-12.

Hansen, A. P., Heinis, J. J., 1991. Decrease of vanillin flavor perception in the presence of casein and whey proteins. Journal of Dairy Science, 74, 2936–2940.

Hayıt, F., Gül, H., 2015. Karabuğdayın Sağlık Açısından Önemi ve Unlu Mamüllerde Kullanımı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1): 123-131.

Hermansson, A., Svegmark, K., 1996. Developments in the understanding of starch 447 functionality. Trends in Food Science and Technology, 7, 345-373.

İnanır, C., Albayrak, S., Ekici, L., 2019. Karabuğdayın Fitokimyası, Farmakolojisi ve Biyofonksiyonel Özellikleri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 713-722.

Ismail, E. A., Al-Saleh, A. A., Metwalli, A. M., 2013. Effect of inulin supplementation on rheological properties of low-fat ice cream. Life Science Journal, 10, 1742-1746.

Javidi, F., Razavi, S. M. A., 2018. Rheological, physical and sensory characteristics of light ice cream as affected by selected fat replacers. Journal of Food Measurement and Characterization, 12(3), 1872–1884.

Karaca, O. B., Güven, M., Yasar, K., Kaya, S., Kahyaoglu, T., 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. International Journal of Dairy Technology, 62, 93-99.

Koxholt, M. R., Eisenmann, B., Hinrichs, J., 2001. Effect of the fat globule sizes on the meltdown of ice cream. Journal of Dairy Science, 84, 31-37.

Kurt-Gökhisar, Ö., 2018. Kırmızı Mercimek (Lens Culinaris) Makarnası Üretiminin Araştırılması. Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 182s.

Li, Z., Marshall, R., Heymann, H., Fernando, L., 1997. Effect of milk fat content on flavor perception of vanilla ice cream. Journal of Dairy Science, 80, 3133–3141.

Liu, R., Wang, L., Liu, Y., Wu, T., Zhang, M., 2018. Fabricating soy protein hydrolysate/xanthan gum as fat replacer in ice cream by combined enzymatic and heat-shearing treatment. Food Hydrocolloids, 81, 39–47.

Lucca, P. A., Tepper, B. J., 1994. Fat replacers and the functionality of fat in foods. Trends in Food Science & Technology, 5, 12–19.

Mahdian, E. Karazhian, R., 2013. Effects of Fat Replacers and Stabilizers on Rheological, Physicochemical and Sensory Properties of Reduced- Fat Ice Cream. J. Agr. Sci. Tech., 15: 1163-1174.

Marshall, R. T., Goff, H. D., Hartel, R. W., 2003. Ice cream. New York: Aspen Publishers.

Mostafavi, F. S., Tehrani, M. M., Mohebbi, M., 2016. Rheological and sensory properties of fat reduced vanilla ice creams containing milk protein concentrate (MPC). Journal of Food Measurement and Characterization, 11(2), 567–575.

Niness, K., 1999. Nutritional and health benefits of inulin and oligofructose. Journal of Nutrition, 129, 1402S-1406.

Ognean, C. F., Darie, N., Ognean, M. , 2006. Fat replacers - review. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 12(2), 433–442.

Ohmes, R. L., Marshall, R. T. Heymann, H., 1998. Sensory and Physical Properties of Ice Creams Containing Milk Fat or Fat Replacers. J. Dairy Sci., 81(5):1222-1228.

Öner, G., 2018. Yulaf Islah Örneklerinin Yağ Asidi Kompozisyonu, Lipaz Aktivitesi Ve Termal Özelliklerinin Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 101s.

Öztürk, H., 2019. Ultrasonun Börülcenin Su Absorpsiyonu ve Pişme Kalitesi Üzerindeki Etkileri. Harran üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 122s.

Plug, H., Haring, P., 1993. Ingredient-flavour interaction in the development of fat-free 479 foods. Trends in Food Science and Technology, 4, 150-152.

Prındıvılle, E.A., Marshall, R.T. Heymann, H., 1999. Effect of Milk Fat on the Sensory Properties of Chocolate Ice Cream. Journal Dairy Science, 82:1425-1432.

Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Aziznia, S., 2007. Texture of low-fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as a fat replacer. Journal of Dairy Science, 90(9), 4058–4070.

Roland, A. M., Phillips, L. G., Boor, K. J., 1999. Effect of Fat Content on the Sensory Properties, Melting, Colour and Hardness of Ice Cream. J.Dairy Sci., 82:32-38.

Romanchik-Cerpovicz, J. E., Costantino, A. C., Gunn, L. H., 2006. Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that Okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. Journal of the American Dietetic Association, 106(4), 594–597.

Sangeetha, P. T., Ramesh, M. N., Prapulla, S. G., 2005. Recent trends in the microbia production, analysis and application of Fructooligosaccharides. Trends in Food Science and Technology, 16, 442-457.

Schaller-Povolny, L. A., Smith, D. E., 1999. Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content. Sensory Evaluation, 64(3), 555-559.

Schmidt, K. A., Lundy, A., Reynolds, J., Yee, L. N., 1993. Carbohydrate or 496 protein based fat mimicker effects on ice milk properties. Journal of Food Science, 58, 761-763.

Sharma, M., Singh, A. K., Yadav, D. N., 2017. Rheological properties of reduced fat ice cream mix containing octenyl succinylated pearl millet starch. Journal of Food Science and Technology, 54(6), 1638–1645.

Sorgentini, D. A., Wagner, J. R., Anon, M. C., 1995. Effects of Thermal Treatment of Soy Protein Isolate on the Characteristics and Structure-Function Relationship of Soluble and Insoluble Fractions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43(9), 2471–2479.

Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C., 2009. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. Food Chemistry,115, 665-671.

Specter, S. E., Setser, C. S.,1994. Sensory and physical properties of a reduced-calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes. Journal of Dairy Science, 77, 708-717.

Surapat, S., Rugthavon, P., 2003. Use of modified starch as fat replacer in reduced fat coconut milk ice cream. Kasetsart Journal (Natural Science), 37, 484-492.

Uzun, D., E., 2017. Effect Of Processing Steps On The Phenolic Compounds And Protein Digestibility Of Cowpea. Istanbul Technical University Food Engineering Programme M.Sc. Thesis, İstanbul, 105p.

Yamauchi, F., Yamagishi, T., Iwabuchi, S., 1991. Molecular understanding of heat ‐induced phenomena of soybean protein. Food Reviews International, 7(3), 283–322

Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M., 2010. Yenilebilir Bitki Ve Tohum Filizlerinin Fonksiyonel Özellikleri. Gıda, 35 (3): 205-210.

Ylisay, T., Yilmaz, L., Bayizit, A. A., 2006. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. European Food Research and Technology, 222, 171-175.

FARKLI ORANLARDA İSOT İLAVESİNİN DONDURMALARIN RENK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

EFFECT OF ISOT ADDITION IN DIFFERENT RATES ON COLOUR AND SENSORY PROPERTIES OF ICE CREAM

M. Serdar AKIN
Prof. Dr., Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa
Mutlu Buket AKIN
Prof. Dr., Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa
Gizem YÜCEGÖNÜL
Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa
Kübra NURDAĞ
Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa

ÖZET

Dondurma; sevilen tat ve aroması, ferahlatıcı özelliği, besin değerinin üstünlüğü nedeniyle, tüm ülkelerde her yaştaki kişiler özellikle çocuklar ve gençler tarafından çok tüketilen bir gıdadır. Meyve ve meyve sosları kullanılarak üretilen meyveli dondurmalar tüketicinin ilgi ve beğenisini daha çok çekmektedir. Bundan dolayı, raflarda çok farklı çeşitte dondurmalar görülmekte ve bu bağlamda meyveli dondurmalar öne çıkan gruplardan bir tanesini oluşturmaktadır. Günümüzde meyveli dondurma üretiminde farklı meyveler kullanılmaktadır. Besinsel içeriği yüksek olmasına rağmen, dondurma C vitamini, doğal antioksidanlar, polifenoller ve renk maddeleri yönünden zengin bir besin maddesi değildir. Bu durum, dondurmanın bu maddelere sahip ve son derece sağlığa faydalı doğal bileşenler eklenerek zenginleştirilebileceğini düşündürmektedir.

Anayurdu Orta ve Güney Amerika olan kırmızıbiber, botanikte patlıcangiller familyasında (Soloanaceae) yer almakta ve Latince'de "Capsicum" adıyla bilinmektedir. Kırmızıbiberin yapısında askorbik asit, karotenoidler, yağ, mineraller ve aromatik bileşikler bulunmaktadır. Kırmızıbiber taze ve baharat olarak kullanılmakla birlikte günümüzde daha çok baharat olarak tercih edilmektedir.

Türkiye'de kırmızıbiberden pul biber ve isot baharatı üretilmektedir. Türk Gıda Kodeksine göre, kırmızı pul biber; Capsicum cinsine giren bitkilerin tam olgunlaşmış meyvelerinin tekniğine uygun olarak kurutulup, sapları alındıktan sonra yarı öğütülerek pul haline getirilmiş, belirli oranlarda yemeklik bitkisel sıvı yağ ve yemeklik tuz karıştırılarak su ile tavlanmış haline denir.

Kırmızı pul biber Türkiye'nin birçok yerinde üretilmesine karşın, isot daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle Şanlıurfa'da üretilmektedir. Türkiye'deki kırmızı pul biberin yaklaşık yarısı Şanlıurfa'da üretilmektedir. İsot, birçok yemeğe lezzet vermek amacıyla ilave edilmekte, salataların, salça ve sosların yapımında kullanılmakta ve Şanlıurfa mutfağının vazgeçilmez bir maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. İsotun, tüm dünyada ve ülkemizde

sevilerek tüketilen dondurmanın besinsel açıdan zenginleştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir. Böylece isotun değerlendirilmesinde de Şanlıurfa yöresine özgü alternatif bir ürün ortaya çıkartılabilir.

Bu çalışmanın amacı, isotun değerlendirilmesinde alternatif bir ürün olarak yararlanılacak olan dondurmanın duyusal olarak kabul edilip edilmeyeceğinin belirlenmesidir. Bu amaçla, dondurmaya %0 (kontrol), %0.5, %1, %2 ve %4 oranlarında isot ilave edilerek 5 farklı dondurma üretilmiştir. Dondurmalarda renk değerleri (Hunter-Lab) ve duyusal özellikler belirlenmiştir.

Elde edilen veriler isot ilavesi ile üretilen dondurmaların duyusal açıdan kabul edilebilir olduğunu, fakat isot oranı %4'ün altında olan örneklerin daha çok beğenildiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, isot, duyusal özelikler, renk değerleri

ABSTRACT

Ice cream, which has got with beloved taste and aroma, refreshing properties and because of the superiority of nutritional value, is consumed very much all countries in all ages, especially by children and young people. Fruit ice creams produced by using fruit and fruit sauces attract the consumer's interest and appreciation more than plain ice cream. Therefore, there are many different kinds of ice cream on the shelves, and in this context, fruit ice cream is one of the prominent groups. Nowadays, different fruits are used in fruit ice cream production. Despite its high nutritional value, ice cream is not rich in vitamin C, natural antioxidants, polyphenols and colorants. This suggests that ice cream can be enriched by adding natural ingredients that are highly beneficial to health.

Red pepper, the homeland of Central and South America, is located in the botanic family (Soloanaceae) in botany and is known as "Capsicum" in Latin. The composition of red pepper contains ascorbic acid, carotenoids, oil, minerals and aromatic compounds. Although red pepper is used as fresh and spice, it is generally preferred as a spice today.

Red paprika and isot spices from red pepper are produced in Turkey. According to Turkish Food Codex, red paprika is defined as a product, produced in accordance with the technique, after being taken from stems of Capsicum type of plants of fully ripened fruits, dried after milled and mixed of edible vegetable oil, salt mixed and water.

Although the red paprika produced in many regions of Turkey, especially, İsot is produced in Sanliurfa located in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. Nearly half of the red paprika of Turkey is produced in Sanliurfa. Isot is added to give flavor to many dishes, it is used in making salads, tomato paste and sauces and it is an indispensable ingredient of Sanliurfa cuisine. It is thought that it can be used in nutritional enrichment of the ice cream that is consumed in love all over the world and in our country. Thus, an alternative product specific to Şanlıurfa region can be produced in order to evaluation of İsot.

The aim of this study, is to determine whether the ice cream, which is used as an alternative product in the evaluation of isot, can be accepted as sensory. For this purpose, 5 different ice cream were produced by adding isot at a rate of 0% (control), 0.5%, 1%, 2% and 4%. Color values (Hunter-Lab) and sensory properties of ice cream were determined.

The results obtained the study showed that the ice-cream produced by the addition of İsot was sensory acceptable, however, samples containing Isot below 4% were more preferred.

Keywords: Ice cream, isot, sensory properties, colour properties

1. GİRİŞ

Dondurma; sevilen tat ve aroması, ferahlatıcı özelliği, besin değerinin üstünlüğü nedeniyle, tüm ülkelerde her yaştaki kişiler özellikle çocuklar ve gençler tarafından çok tüketilen bir gıdadır (Akın ve ark., 2007). Meyve ve meyve sosları kullanılarak üretilen meyveli dondurmalar tüketicinin ilgi ve beğenisini daha çok çekmektedir. Bundan dolayı, raflarda çok farklı çeşitte dondurmalar görülmekte ve bu bağlamda meyveli dondurmalar öne çıkan gruplardan bir tanesini oluşturmaktadır. Günümüzde meyveli dondurma üretiminde farklı meyveler kullanılmaktadır. Besinsel içeriği yüksek olmasına rağmen, dondurma C vitamini, doğal antioksidanlar, polifenoller ve renk maddeleri yönünden zengin bir besin maddesi değildir. Bu durum, dondurmanın bu maddelere sahip ve son derece sağlığa faydalı doğal bileşenler eklenerek zenginleştirilebileceğini düşündürmektedir (Sun-Waterhouse ve ark., 2013).

Anayurdu Orta ve Güney Amerika olan kırmızıbiber, botanikte patlıcangiller familyasında (Soloanaceae) yer almakta ve Latince'de "Capsicum" adıyla bilinmektedir. Kırmızıbiberin yapısında askorbik asit, karotenoidler, yağ, mineraller ve aromatik bileşikler bulunmaktadır. Kırmızıbiber taze ve baharat olarak kullanılmakla birlikte günümüzde daha çok baharat olarak tercih edilmektedir (Dağhan, 2015; Çetiner, 2018).

Türkiye'de kırmızıbiberden pul biber ve isot baharatı üretilmektedir. Türk Gıda Kodeksine göre, kırmızı pul biber; Capsicum cinsine giren bitkilerin tam olgunlaşmış meyvelerinin tekniğine uygun olarak kurutulup, sapları alındıktan sonra yarı öğütülerek pul haline getirilmiş, belirli oranlarda yemeklik bitkisel sıvı yağ ve yemeklik tuz karıştırılarak su ile tavlanmış haline denir (Türk Gıda Kodeksi, 2013).

Kırmızı pul biber Türkiye'nin birçok yerinde üretilmesine karşın, isot daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle Şanlıurfa'da üretilmektedir (Çetiner, 2018). Türkiye'deki kırmızı pul biberin yaklaşık yarısı Şanlıurfa'da üretilmektedir (TÜİK, 2019). İsot, birçok yemeğe lezzet vermek amacıyla ilave edilmekte, salataların, salça ve sosların yapımında kullanılmakta ve Şanlıurfa mutfağının vazgeçilmez bir maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. İsotun, tüm dünyada ve ülkemizde sevilerek tüketilen dondurmanın besinsel açıdan zenginleştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir. Böylece isotun değerlendirilmesinde de Şanlıurfa yöresine özgü alternatif bir ürün ortaya çıkartılabilir.

Bu çalışmanın amacı, isotun değerlendirilmesinde alternatif bir ürün olarak yararlanılacak olan dondurmanın duyusal olarak kabul edilip edilmeyeceğinin belirlenmesidir. Bu amaçla, dondurmaya %0 (kontrol), %0.5, %1, %2 ve %4 oranlarında isot ilave edilerek 5 farklı dondurma üretilmiş ve dondurmalarda renk değerleri (Hunter-Lab) ve duyusal özellikler belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Dondurma üretiminde kullanılan yağsız süt tozu süt tozu (%96 kurumaddeli) (Pınar Süt A.Ş., İzmir), krema (%35 yağlı) (Pınar Süt A.Ş., İzmir), ticari şeker, isot (%85.3 kurumaddeli) ve aroma maddesi olarak kullanılan vanilin piyasadan temin edilmiştir. Dondurma stabilizeri olarak da BİVİ Ice Stick – DCT Guar gum (E 412), Xanthan gum (E 415), Sodium alginat (E 401), Locust bean gam (KATPA Katkı Maddeleri Gıda Sanayii ve Ticaret Ltd. Şti., Türkiye) kullanılmıştır.

2.2. YÖNTEM

Araştırmada üretilen dondurmalar, yağsız kurumadde içeriği %11, yağ içeriği %4, şeker içeriği %18, stabilizör içeriği %0.8 ve emülgatör içeriği %0.2 olacak şekilde formüle edilmiştir. Bu formüle göre hazırlanan miksler 80°C'de 1 dk süreyle ısıl işleme tabi tutulduktan sonra 4°C'ye soğutulmuş ve bu sıcaklıkta 24 saat süreyle olgunlaştırılmıştır. Mikslere beş farklı oranda (%0 (kontrol), %0.5, %1, %2 ve %4) isot ilave edilmiş ve bekletilmeden batch tipi dondurma makinesinde dondurularak paketlenmiştir. 100 mL'lik plastik ambalajlara paketlenen dondurmalar -25°C'de depolanmış ve ertesi gün kolorimetre (Color Quest XE, USA) kullanılarak renk özellikleri (Hunter Lab) ve 10 panelistin katılımıyla duyusal özellikleri (Aime ve ark., 2001) belirlenmiştir.

Deneme iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 9.0 paket programı kullanılarak One Way Anova modeline göre yapılmış ve örnekler arasındaki farklılıklar Duncan testi uygulanarak belirlenmiştir (Bek ve Efe., 1995).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tüketiciler için gıdanın rengi önemli bir kalite parametresidir. Rengin matematiksel ifadesi olan L*, a* ve b* üç farklı ölçüm kriteridir (Koca, 2016). L*: Aydınlık (0 siyah, 50 gri, 100 beyaz), a*: kırmızıdan yeşile renk koordinatı (+a* kırmızı yön, -a* yeşil yön) ve b*: sarıdan maviye renk koordinatını (+b*: sarı yön, -b*: mavi yön) ifade etmektedir.

Dondurmaların L*, a* ve b* değerlerinde belirlenen değişiklikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Dondurmaların renk özellikleri (n=2) **

Dondurmalar*	L*	a*	b*
A	82.86 ± 0.08^{a}	-1.45 ± 0.03^{a}	11.12 ± 0.10^{a}
B	66.64 ± 0.32^{b}	10.28 ± 0.08^{b}	23.76 ± 0.32^{b}
C	58.08 ± 0.40^{c}	13.42 ± 0.15^{c}	26.67 ± 0.06^{c}
D	51.77 ± 0.11^{d}	16.51 ± 0.28^{d}	28.69 ± 0.57^{cd}
E	37.45 ± 0.39^{e}	16.29 ± 0.42^{d}	28.04 ± 0.61^{d}

*A: %0 (kontrol), B: %0.5, C: %1, D%2, E: %4 isot ilaveli dondurmalar
**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α=0.01)

Dondurmaların L* renk değerleri üzerine isot oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En yüksek L* değerine A örneği, en düşük L* değerine de E örneği sahip olmuştur. İsot oranı ile dondurmaların L* değerleri arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Dondurmaların a* renk değerleri -1.45 ile 16.51 arasında değişmiştir. İstatistiksel analizler, isot oranının dondurmaların a* değerleri arasında fark oluşturduğunu göstermiştir ($p<0.01$). İsot oranı %2'ye kadar arttıkça a* renk değerlerinin de yükseldiği, fakat isot oranı %4'e çıkınca a* renk değerinin düşmeye başladığı belirlenmiştir. %4 oranında isot içeren dondurmalarda kırmızı rengin kahverengiye döndüğü görülmüş, bu da a* değerinin düşmesine neden olmuştur.

En yüksek b* değerine %2 isot içeren dondurma sahip olurken, en düşük b* değerine kontrol örneği sahip olmuştur. Örneklerdeki isot oranı %2'ye kadar arttıkça b* renk değerlerinin de yükseldiği, fakat isot oranı %4'e çıkınca b* renk değerinin düşmeye başladığı tespit edilmiş ve isot oranının b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Bu sonucun da kullanılan isotta bulunan karoten, ksantofil gibi renk maddelerinin rengin daha sarı algılanmasına neden olmasıyla ilişkili olduğu tahmin edilmektedir.

Dondurmaların duyusal özellikleri; soğukluk şiddeti, sıkılık, viskozite, pürüzsüzlük, renk ve görünüş, ağız dolgunluğu, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik olmak üzere 8 farklı parametreye göre panelistler tarafından değerlendirilmiş ve elde edilen duyusal puanlar standart hatalarıyla birlikte Çizelge 2' de verilmiştir. İsot ilavesi dondurmaların test edilen duyusal özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p <0.01$).

Çizelge 2. Dondurmaların duyusal özellikleri (n=2) **

Örnek *	Soğukluk şiddeti	Sıkılık	Viskozite	Pürüzsüzlük	Renk ve Görünüş	Ağız Dolgunluğu	Tat-Koku	Genel Kabul Edilebilirlik
A	8.1 ± 0.43^{a}	7.0 ± 0.22^{c}	6.1 ± 0.64^{c}	9.4 ± 0.32^{a}	9.3 ± 0.15^{a}	6.8 ± 0.36^{b}	7.5 ± 0.19^{b}	7.7 ± 0.31^{ab}
B	7.9 ± 0.50^{ab}	7.1 ± 0.12^{c}	6.4 ± 0.35^{bc}	9.0 ± 0.57^{a}	8.8 ± 0.28^{a}	7.1 ± 0.48^{b}	7.6 ± 0.01^{b}	8.0 ± 0.45^{ab}
C	7.0 ± 0.37^{abc}	7.8 ± 0.46^{bc}	7.1 ± 0.38^{bc}	8.3 ± 0.49^{ab}	9.4 ± 0.38^{a}	8.0 ± 0.32^{ab}	9.1 ± 0.41^{a}	9.2 ± 0.54^{a}
D	6.1 ± 0.58^{bc}	8.6 ± 0.27^{ab}	8.2 ± 0.55^{ab}	7.7 ± 0.55^{ab}	9.2 ± 0.42^{a}	8.7 ± 0.10^{a}	9.0 ± 0.22^{a}	9.1 ± 0.64^{a}
E	4.2 ± 0.69^{c}	9.6 ± 0.18^{a}	9.3 ± 0.64^{a}	6.5 ± 0.56^{b}	7.1 ± 0.30^{b}	9.0 ± 0.40^{a}	6.4 ± 0.42^{c}	6.5 ± 0.59^{b}

*A: %0 (kontrol), B: %0.5, C: %1, D%2, E: %4 isot ilaveli dondurmalar
**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($\alpha=0.01$)

En düşük soğukluk %4 isot içeren örneklerde belirlenmiştir. Soğukluk büyük buz parçacıklarıyla ilgilidir. Su içeriği arttığında, dondurmada oluşan daha büyük buz parçacıkları oluşmakta ve daha soğuk olarak algılanmaktadır (Aime ve ark., 2001; Güler-Akin ve ark., 2016).

En yüksek sıkılık ve viskozite puanlarına %4 oranında isot ilave edilen örnekler sahip olmuştur. Bunun nedeni, bu örneklerin kurumaddesinin diğer dondurmalardan daha yüksek olması olabilir. Kontrol örneği en yüksek pürüzsüzlük puanına sahip olmuştur. İsot ilave oranının artmasıyla birlikte pürüzsüzlük puanlarında bir azalma meydana gelmiştir. İsot dondurmada pütürlü ve kumlu dokuya neden olmuştur.

İsot oranı arttıkça, dondurmaların rengini ve görünüm puanları turuncudan kahverengiye doğru değişmiş ve bundan dolayı dondurmalar daha düşük skorlar almıştır. En yüksek ağız dolgunluğu puanına, %4 isot ilave edilen örnek sahip olmuştur. Ağız dolgunluğu dondurmaların erime oranları ile ilişkilendirilmektedir (Güler-Akin ve ark., 2016). İsot oranı arttıkça dondurmaların erimesi yavaşlamakta ve buna bağlı olarak da daha yüksek ağız dolgunluğu puanlarına sahip oldukları tahmin edilmektedir. En yüksek tat ve koku puanına C örneği ve en düşük tat ve koku puanına E örneği sahip olmuştur. İsot oranı arttıkça örneklerin tadında acılık hissedilmeye başlamış, %4 isot ilavesi dondurmanın verdiği ferahlatıcı hissin maskelenmesine

neden olmuş ve dondurmanın genel kabul edilebilirliği oldukça düşük bulunmuştur. Buna karşılık, %1 ve 2 oranında isot ilave edilen örnekler kendine özgü, hafif acımsı tadı ile dondurmaya farklı ve olumlu bir lezzet kazandırarak genel kabul edilebilirliğin yüksek olmasını sağlamıştır. %0.5 oranında isot ilave edilen örneklerde ise dondurmada belirgin bir lezzet değişikliği olmadığı tespit edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen veriler isot ilavesi ile üretilen dondurmaların renk özelliklerinin geliştiğini ve daha cazip hale geldiğini ve duyusal açıdan kabul edilebilir olduğunu göstermiştir. Özellikle %1 ve %2 oranlarında isot ilave edilen dondurmalar oldukça beğenilmiş olup, dondurmaya %1-2 oranında isot ilave edilmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

1. Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. and Ryland, D., 2001. Textural Analysis of fat Reduced Vanilla Ice Cream Products. Food Research International, 34, 237-246.
2. Akın M. B., Akın, M. S., Kırmacı, Z., 2007. Effects of Inulin and Sugar Levels on the Viability of Yogurt and Probiotic Bacteria and the Physical and Sensory Characteristics in Probiotic Ice-Cream. Food Chemistry, 104 (1): 93-99.
3. Bek, Y., Efe, E. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Ders Notları No:71, Adana, 200s.
4. Çetiner, E., 2018. Depolama Sıcaklığı ve Zeytinyağı İlavesinin İsot (Urfa Biberi) ve Kırmızı Pul Biberin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 75 s.
5. Dağhan, Ş., 2015. Farklı Kurutma Metodlarının Pul Biber Kalitesi ve Kurutma Kinetiği Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 91 s.
6. Koca, A., 2016. Rendelenmiş Trabzon Hurması, Muz Ve Elma İlave Edilerek Üretilen Kefir Yoğurtlarının Fiziksel, Kimyasal Ve Duyusal Özelliklerinin Depolama Süresince Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Çukurova Üniversitesi, Adana Güler-Akin ve ark., 2016.
7. Sun-Waterhouse D., Edmonds E., Edmonds L., Wadhwa SS. and Wibisono R. , 2013. Producing ice cream using a substantial amountof juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. Food Res Int. 2013; 50: 647–56.
8. TÜİK, 2013, http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist.
9. Türk Gıda Kodeksi (TGK) Baharat Tebliği, 2013, T.C. Resmi Gazete, 28614, 10 Nisan 2013.

LACTOBACİLLUS ACİDOPHİLUS VE *LACTOBACİLLUS CASEİ* İÇİN POTANSİYEL PREBİYOTİK OLARAK BÖRÜLCE UNU

COWPEA FLOUR AS POTENTIAL PREBIOTIC FOR *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* (LA5) AND *LACTOBACILLUS CASEI*

M. Serdar AKIN
Prof. Dr., Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa
Mutlu Buket AKIN
Prof. Dr., Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa
Feride DAŞNİK-ŞEKER
Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa
Çiğdem FEDAİ
Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa

ÖZET

Probiyotik gıdalar sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda popüler hale gelmiştir ve probiyotik gıdalardaki canlı bakteri sayısını artırmak için çeşitli yöntemler araştırılmaktadır. Bunlardan birisi de gıdaya prebiyotik bileşenlerin ilave edilmesidir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda birçok bileşiğin prebiyotik özelliği araştırılmaktadır.

Prebiyotikler, kolondaki bir veya daha fazla arzu edilen bakteri türünün büyümesini ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçının sağlığını etkileyen, sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak tanımlanır ve böylece konakçı sağlığını iyileştirir.

Vigna unguiculata (L.) Walpers, Leguminosae familyasına ait olan börülce baklagiller familyasına ait bir bitkidir. Kökeni Afrika Sahra çölünün güney bölgesine aittir. Börülce yüksek oranda protein içermesi nedeniyle, bitkisel gıda ürünleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. Börülce tanelerindeki protein, hayvansal proteinlere göre methionin ve sistein yönünden yetersiz olmasına rağmen, tahıl tohumlarına göre, aminoasit, lisin, triptofan yönünden oldukça zengindir. Börülce tanelerinin, aynı zamanda mineral (demir, çinko, manganez), vitamin (A, B, C, folik asit), keratin, fenolik bileşikler ve çözünebilir lifler bakımından da zengin olduğu bildirilmektedir. Yapısındaki fonksiyonel bileşikler nedeniyle börülce ununun potansiyel prebiyotik olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada börülce ununun probiyotik bakterilerden *L. acidophilus* (LA5) ve *L. casei* üzerinde prebiyotik etkisi olup olmadığı araştırılmıştır.

Bu amaçla, %12 kurumaddeli rekonstitüe yağsız süte %0.05 (w/w) oranında inoküle edilen kültürler, 37°C'de 18 saat inkübe edilmiştir. Probiyotik bakterilerin çoğaltılması için rekonstitüe yağsız süt, %0 (kontrol), % 0.50, % 0.75 ve % 1 oranlarında börülce unu ile desteklenmiştir. Bakteri sayımı yapılana kadar örnekler 4°C'de tutulmuştur. Bakteri sayımları fermantasyondan 8 saat sonra yapılmıştır. Fermente edilmiş sütler, 100 mL steril peptonlu suda (%0.1) seyreltilmiş ve 1 mL'lik örnek seçici ve ayırıcı besiyeri içeren steril petrilere üç paralelli olarak ekilmiştir. Besiyeri olarak *L. acidophilus* ve *L. casei* için sırasıyla, MRS-Sorbitol ve MRS-broth agar kullanılmış ve petriler anaerobik olarak inkübe edilmiştir. Tüm petriler 37°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. Anaerobik koşullar Anaerocult A sochets (Merck) kullanılarak oluşturulmuş, sonuçlar, gram başına koloni oluşturan birim (kob g^{-1}) olarak ifade edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, börülce unu *L. acidophilus*'un gelişimini teşvik ederken, *L. casei*'nin gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek *L. acidophilus* sayısı %0.5 börülce unu ile takviye edilen örneklerde, en düşük *L. acidophilus* sayısı da %2 börülce unu ile takviye edilen örneklerde belirlenmiştir. Börülce unu oranı arttıkça *L. casei* sayısı azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Börülce unu, prebiotic, *L. acidophilus, L. casei*

ABSTRACT

Probiotic foods have become popular in recent years because of their positive effects on health, and various methods to increase the number of viable bacteria in probiotic foods have been investigated. One of these is the addition of prebiotic components to the food. For this reason, prebiotic properties of many compounds are investigated.

Prebiotics are defined as indigestible food components that affect the health of the host by selectively stimulating the growth and / or activity of one or more desired bacterial species in the column, thereby improving host health.

Vigna unguiculata (L.) Walpers is a plant of the cowpea legume family that belongs to the Leguminosae family. Its origin belongs to the southern part of the Sahara desert in Africa. Cowpea has a special importance among vegetable food products because of its high protein content. Although the protein in cowpea grains is insufficient in terms of methionine and cysteine compared to animal proteins, it is rich in amino acid, lysine and tryptophan than grain seeds. Cowpea grains are also reported to be rich in minerals (iron, zinc, manganese), vitamins (A, B, C, folic acid), keratin, phenolic compounds and soluble fibers. Cowpea flour is thought to be potentially prebiotic due to its functional compounds. In this study, it was investigated whether cowpea flour had a prebiotic effect on *Lactobacillus acidophilus* (LA5) and *Lactobacillus casei* which are probiotic bacteria.

For this purpose, inoculated cultures of 0.05% (w / w) into reconstituted skimmed milk with 12% dry matter were incubated for 18 hours at 37°C until pH reached 4.7. Reconstituted skimmed milk was supplemented with 0% (control), 0.50%, 0.75% and 1% quinoa flour for the growth of probiotic bacteria. The samples were kept cooled at 4°C until for enumeration. Bacterial counts were determined after 8 h fermentation. Fermented milks were decimally diluted in 100 mL sterile peptone water (0.1%) and 1 mL aliquot dilutions were poured onto plates of the various selective and differential agars in triplicate. *L. acidophilus* and *L. casei* were incubated by using MRS with sorbitol and MRS-broth agar, respectively. All plates were incubated at 37°C for 72 h. All media plates were incubated anaerobically. Anaerobic conditions were created using Anaerocult A sochets (Merck). The results were expressed as colony-forming units per gram (cfu g^{-1}) of sample.

According to the result, cowpea flour stimulated the growth of *L. acidophilus* and negatively affected the growth of *L. casei*. While the highest number of *L. acidophilus* was determined in samples supplemented with 0.5% cowpea flour, the lowest number of *L. acidophilus* was found in samples supplemented with 2% cowpea flour. Viable L. casei number decreased as the ratio of cowpea flour increased.

Keywords: Cowpea flour, prebiotic, *L. acidophilus, L. casei*

1. GİRİŞ

Probiyotik gıdalar sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda popüler hale gelmiştir ve probiyotik gıdalardaki canlı bakteri sayısını artırmak için çeşitli yöntemler

araştırılmaktadır. Bunlardan birisi de gıdaya prebiyotik bileşenlerin ilave edilmesidir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda birçok bileşiğin prebiyotik özelliği araştırılmaktadır.

Prebiyotikler, kolondaki bir veya daha fazla arzu edilen bakteri türünün büyümesini ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçının sağlığını etkileyen, sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak tanımlanır ve böylece konakçı sağlığını iyileştirir (Holscher, 2017). Günümüzde prebiyotik özelliğe sahip gıda bileşenlerinden başlıcaları Fruktooligosakkaritler (FOS), inülin, oligofruktoz, glukooligosakkaritler, galaktooligosakkaritler (GOS), transgalaktooligosakkaritler, isomaltooligosakkaritler (IMO), ksilooligosakkaritler, soya fasulyesi oligosakkaritleri (SOS), gentiooligosakkaritler, dirençli nişasta, laktuloz, laktosukroz, palatinoz, polidekstroz, pirodekstrin, raftilin, rafinoz olarak verilebilir (Rosemary ve Walzem, 1998; Fooks ve Ark., 1999; Holzapfel ve Schillinger, 2002).

Vigna unguiculata (L.) Walpers, Leguminosae familyasına ait olan börülce baklagiller familyasına ait bir bitkidir. Kökeni Afrika Sahra çölünün güney bölgesine aittir. Börülce yüksek oranda protein içermesi nedeniyle, bitkisel gıda ürünleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. Börülce tanelerindeki protein, hayvansal proteinlere göre methionin ve sistein yönünden yetersiz olmasına rağmen, tahıl tohumlarına göre, aminoasit, lisin, triptofan yönünden oldukça zengindir. Börülce tanelerinin, aynı zamanda mineral (demir, çinko, manganez), vitamin (A, B, C, folik asit), keratin, fenolik bileşikler ve çözünebilir lifler bakımından da zengin olduğu bildirilmektedir (Uzun, 2017; Öztürk, 2019).

Yapısındaki fonksiyonel bileşikler nedeniyle börülce ununun potansiyel prebiyotik olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı börülce ununun probiyotik bakterilerden *L. acidophilus* (LA5) ve *L. casei* üzerinde prebiyotik etkisi olup olmadığını belirlemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Çalışmada materyal olarak yağsız süt tozu (%96 toplam kuru maddeli) (Pınar Süt, Türkiye), *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei* (Peyma-Chr. Hansen, Türkiye), börülce unu (Tito Kimya, Türkiye) kullanılmıştır.

2.2. YÖNTEM

L. acidophilus ve *L. casei*, %0 (kontrol), %0.50, %1 ve %2 oranlarında börülce unu ile takviye edilmiş steril rekonstitüe yağsız süt (%12 kurumaddeli) içerisinde çoğaltılmıştır. Sütler, %0.05 (w/w) oranında *L. acidophilus* ve *L. casei* ile inoküle edildikten sonra, 37°C'de sırasıyla 4 saat ve 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bakteri sayımı yapılana kadar örnekler 4°C'de tutulmuştur. Bakteri sayımları fermantasyonun tamamlanmasından 4 saat sonra yapılmıştır.

Fermente edilen sütler, 100 mL steril peptonlu suda (%0.1) seyreltildikten sonra hazırlanan dilüsyonlarından 1 ml alınarak dökme ekim yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimler 2 paralelli olarak, 2 değişik dilüsyonda yapılmıştır. Petriler, *L. acidophilus* için MRS-Sorbitol, *L. casei* için MRS-Broth agar besiyeri kullanılarak 37°C'de 72 saat anaerobik olarak inkübe edilmiştir (Vinderola ve Reinheimer, 2000). Anaerobik koşulların oluşturulmasında Anaerocult A sochetler (Merck) kullanılmış ve ve petri kutularında oluşan koloni sayıları logaritmik transformasyona tabi tutulduktan sonra gram başına koloni oluşturan birim (kob g^{-1}) olarak ifade edilmiştir.

Deneme iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 9.0 paket programı kullanılarak One Way Anova modeline göre yapılmış ve örnekler arasındaki farklılıklar Duncan testi uygulanarak belirlenmiştir (Bek ve Efe., 1995).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Börülce unu ile takviye edilen yağsız sütlerdeki *L. acidophilus* ve *L. casei* sayıları Tablo 1'de verilmiştir. L. acidophilus sayıları 7.46±0.08 log kob g^{-1} ile 8.92±0.04 log kob g^{-1} arasında *L.casei* sayıları 9.84±0.05 log kob g^{-1} ile 10.32±0.01 log kob g^{-1} arasında değişmiştir. Börülce unu *L. acidophilus* için prebiyotik etki gösterirken ($p<0.05$), *L casei*'nin gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir ($p<0.05$).

Tablo 1. Börülce Unu ile Takviye Edilen Yağsız Sütlerdeki Canlı *L. acidophilus* ve *L. casei* Sayıları (log kob g^{-1})

Yağsız Sütler*	*L. acidophilus*	*L. casei*
A	7.97±0.02^{c}	10.32±0.02^{a}
B	8.92±0.04^{a}	10.22±0.01^{a}
C	8.66±0.01^{b}	9.84±0.05^{b}
D	7.46±0.08^{d}	9.86±0.09^{b}

*A: %0 (kontrol), B: %0.5, C: %1, D%2 un takviyeli sütler

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler un oranı açısından istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($\alpha=0.05$)

L. acidophilus için en yüksek prebiyotik etki %0.5 börülce unu takviyeli sütlerde tespit edilmiş, bunu sırasıyla %1, %0 (kontrol) ve %2 börülce unu ilave edilen örnekler takip etmiştir. Süte düşük oranlarda ilave edilen börülce ununun bileşimindeki lifler, oligosakkaritler, vitaminler ve antioksidatif maddeler (Uzun, 2017; Öztürk, 2019) nedeniyle prebiyotik etki göstermiş olduğu düşünülmektedir. Daha yüksek oranlara çıkıldığında ise börülcenin yapısında bulunan antibesinsel unsurların (enzim inhibitörleri, lektinler, siyanogenik glikozitler, saponinler, fitik asit-fitatlar ve favizm faktörleri gibi) (Pekşen ve Artık, 2004) konsantrasyonu arttığı için *L. acidophilus*'un gelişimi negatif yönde etkilenmiş olabilir. Diğer yandan lifler suyu bağlama yeteneğine sahip olan bileşenlerdir. Süte ilave edilen un oranı arttıkça börülce unun ortamdaki suyu bağlayarak su aktivitesini düşürmüş olması da *L. acidophilus*'un gelişimi olumsuz yönde etkilemiş olabilir. Göncü ve ark. (2017), diyet liflerin kefirlerdeki su aktivitesini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Süte ilave edilen börülce unu oranı *L. casei* sayısını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). İlave edilen börülce unu oranı ile *L. casei* sayısı arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, *L. casei*'nin börülce unundaki inhibitör maddelere karşı *L. acidophilus*'dan daha duyarlı olmasına bağlanabilir.

İlaveten, börülcede bulunan proteaz inhibitörünün zayıf proteolitik aktiviteye sahip (Ravula ve Shah, 1998; Güler-Akin ve Akin, 2007) probiyotik bakterilerin gelişmesini zorlaştırdığı veya engellediği de tahmin edilmektedir. Ayrıca, börülcede eksik olan ve probiyotik bakteriler için prebiyotik etki gösteren methionin ve sistein amino asitlerinin (Güler-Akin ve Akin, 2007) bulunmaması da *L. acidophilus* ve *L. casei*'nin gelişimini olumsuz yönde etkilemiş olabilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen bulgulara göre, börülce unu *L. acidophilus*'un gelişimini teşvik ederken, *L. casei*'nin gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek *L. acidophilus* sayısı %0.5 börülce unu ile takviye edilen örneklerde, en düşük *L. acidophilus* sayısı da %2 börülce unu ile takviye edilen

örneklerde belirlenmiştir. Çalışmada börülce unu oranı arttıkça *L. casei* sayısının azaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, börülce ununun *L. casei* için prebiyotik olarak kullanılamayacağı, *L. acidophilus* için ise %1 ve altındaki oranlarda prebiyotik olarak kullanılabileceği söylenebilir.

AÇIKLAMA

Yazarlar, araştırmada materyal olarak kullanılan *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* kültürlerini hediye ettikleri için Chr. Hansen Türkiye temsilciliğine teşekkür eder.

KAYNAKÇA

1. Bek, Y., Efe, E. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Ders Notları No:71, Adana, 200s.
2. Fooks L. J., Fuller R., Gibson G. R., 1999. Prebiotics, Probiotics and Human Gut Microbiology, Int. Dairy Journal, 9, 53-61.
3. Göncü, B. Çelikel, A., Güler-Akın, M. B., Akın, M. S., 2017. Some properties of kefir enriched with apple and lemon fiber. Mljekarstvo, 67 (3): 208-216.
4. Güler-Akın, M. B., Akın, M. S., 2007. Effects of Cysteine and Different Incubation Temperatures on the Microflora, Chemical Composition and Sensory Characteristics of Bio-yogurt Made from Goat's Milk, Food Chemistry 100 (2): 788-793.
5. Holscher, H. D. (2017). Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut Microbes, 8*(2), 172-184.
6. Holzapfel W.H., Schillinger U., 2002. Introduction to Pre- and Probiotics, Food Research International, 35,109-116.
7. Öztürk, H., 2019. Ultrasonun Börülcenin Su Absorpsiyonu ve Pişme Kalitesi Üzerindeki Etkileri. Harran üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 122s.
8. Pekşen, E., Artık, C., 2004. Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(2):110-120.
9. Ravula, R. R., & Shah, N. P., 1998. Effect of acid casein hydrolysate and cysteine on the viability of yogurt and probiotic bacteria in fermented frozen dairy desserts. Australian Journal of Dairy Technology, 53(3), 175–179.
10. Rosemary L., Walzem R. D., 1998. Health Enhancing Properting of Whey Proteins and Whey Fractions. Applications Monograph –Nutritonal and Beverage. Published by U. S. Dairy Export Council , pp.8.
11. Uzun, D., E., 2017. Effect Of Processing Steps On The Phenolic Compounds And Protein Digestibility Of Cowpea. Istanbul Technical University Food Engineering Programme M.Sc. Thesis, İstanbul, 105p.
12. Vinderola C.G., Reinheimer J. A., 2000. Enumeration of *L. casei* in the Presence of *L. acidophilus*, Bifidobacteria and Lactic Starter Bacteria in Fermented Dairy Products. Int Dairy Journal, 10, 271-275.

KAHRAMANMARAŞ İLİNİN HAYVANSAL GÜBRE KAYNAĞINDAN ÜRETİLEBİLİR BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF BIOGAS PRODUCTION POTENTIAL FROM ANIMAL MANURE IN KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

Ömer Faruk AY
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitei

Ahmet KAYA
Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada Kahramanmaraş il genelinde süt sığırı ve yumurta tavuğu atıklarından elde edilebilecek teorik biyogaz potansiyellerinin belirlenmesi, üretilecek elektrik enerjisinin tespiti ve ilçeler bazında bu potansiyel dağılımı incelenmiştir. Kahramanmaraş'ta biyogaz üretiminde kullanılabilecek yaklaşık 1 milyon 132 bin ton/yıl yaş hayvan gübresi üretildiği teorik olarak belirlenmiştir. Bu atığın tamamının biyogaz üretiminde kullanılması sonucunda yıllık 20 milyon m^3 biyogaz ve ısıl değeri de yaklaşık olarak 450 TJ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen biyogazdan 50 GWh elektrik enerjisi üretilebileceği hesaplanmıştır. İlçeler bazında bu potansiyelin dağılımının Afşin, Dulkadiroğlu ve Onikişubat şeklinde sıralandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Biyogaz, Hayvansal Atık, Kahramanmaraş

Abstract

This study aims to examine the theoretical biogas potential in Kahramanmaraş, that derives from milk cows and laying hens and the targeted electric energy with its distribution city wide. It is calculated that approximatley 1 million 132 thousand tons of animal waste per year is produced, that can be used in biogas production.The complete use of this animal waste in biogas production would give us 20 million m^3 biyogas and its heat value is estimated 450 TJ. This biogas could give 50 GWh electricity. Split up in districts this potential is distributed mostly in Afşin than in Dulkadiroğlu and last in Onikişubat.

Keywords:. Energy ,Biogas, Animal Waste Kahramanmaraş,

1. Giriş

Biyogaz, organik kökenli atık ve artıkların oksijensiz ortamda fermantasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımıdır. Bileşiminde organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunur **[1].** Biyogaz üretiminde kullanılabilecek başlıca hammaddeler; sığır, at, koyun, tavuk vb. hayvanların dışkıları, insan dışkısı, mezbaha artıkları, ince kıyılmış sap, saman vb. tarım artıkları, mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları, bitkisel ürün işlenmesinde çıkan artıklar, yemek atıkları, peynir altı suyu,

melas vb. sanayi atıklarıdır **[2].** İçerisinde bulunan metan, biyogazın yakıt olarak kullanılmasını sağlamaktadır **[3].** Bu özelliği sayesinde biyogaz, teknolojisi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürekli gündemde kalan ve önemini gün geçtikçe artıran alternatif yakıt haline gelmiştir **[4].** Biyogaz enerjisi üretimi ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalar vardır; Clemens vd.(2006)büyükbaş ve küçükbaş hayvan gübresi ile patates nişastasını farklı oranlarda ve farklı bekleme sürelerinde inceleyerek biyogaz potansiyelini araştırmışlardır **[5]**. Kalyuzhnyi (2008),Rusya'da bulunan büyükbaş, küçükbaş, domuz hayvan varlıkları ve belediye atıkları kullanılarak biyogaz potansiyelini araştırmıştır **[6]**. Öçal (2013),Eskişehir ilindeki biyogaz enerji potansiyelini araştırmıştır. Eskişehir ilinde 118.937 adet büyükbaş hayvan bulunduğunu ve mevcut potansiyelin değerlendirilmesi ile günlük yaklaşık 0,3 GWh enerji üretilebileceğini teorik olarak belirlemiştir **[7].** Ozsoy ve Alibas (2015), Bursa ilinin hayvan gübresinden biyogaz üretim potansiyelinin yaklaşık 52 milyon m^3 olduğunu ve bunun enerji değerinin yaklaşık 400 GWh olduğunu hesaplamışlardır **[8].** Abdeshahian vd.(2016), çiftlik hayvanlarından elde edilen atıklar kullanılarak Malezya'nın biyogaz potansiyelini araştırmışlar ve bu enerji değerinin yaklaşık 4,6 milyar m^3 olduğunu ve biyogazdan elde edilen elektrik enerjisini ise 8270 GWh olarak belirlemişlerdir **[9].** Karaca (2016), yalnızca süt sığırı, manda ve yumurta tavuğu hayvan varlıkları kullanılarak Afyon ilinin biyogaz potansiyelini yıllık yaklaşık olarak 85 milyon m^3 olduğunu belirlemiştir **[10].** Karaca(2017),Hatay ilinde yalnızca süt sığırı ve yumurta tavuğu hayvan varlıkları kullanılarak yapılan hesaplamada yıllık yaklaşık olarak 15 milyon m^3 biyogaz üretim potansiyeline sahip olduğunu ve ısıl değerini de yaklaşık olarak 340 TJ olarak hesaplanmıştır**.** Bu biyogazın tamamı elektrik enerjisi üretimi için kullanılması ile birlikte 37,7 GWh'lık üretim gerçekleşebileceğini incelemiştir **[11].** Şenol vd.(2017)ülkemizde biyogaz için mevcut olan özellikle organik atıklardan oluşan biyokütle kaynaklarını belirlemişlerdir **[12].** Baran vd. (2017),Adıyaman ilinde küçükbaş, büyükbaş ve kanatlı hayvan varlıkları kullanılarak yapılan hesaplamada yıllık yaklaşık olarak 15 milyon m^3 biyogaz üretim potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir**.** Elde edilen biyogazın değerlendirilmesi ile beraber yaklaşık olarak 70,5 GWh enerji üretiminin mümkün olduğunu incelemişlerdir **[13].** Karaca ve Öztürk (2017)**,**Osmaniye ilinde sığır, manda ve yumurtlayan tavuk hayvan varlıkları kullanılarak yapılan hesaplamada yıllık yaklaşık 11 milyon m^3 biyogaz üretim potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir. Bu gübreden üretilen biyogazın ısıtma değerini yaklaşık 250TJ ve biyogazdan elde edilen elektrik enerjisini ise 27,8 GWh olarak belirlemişlerdir **[14].** Aşcı(2018),Hatay ilinde biyogaz üretimi, biyogaz potansiyeli ve uygulamasını incelemiştir. Bölgede bulunan hayvan sayısından yola çıkarak biyogaz potansiyelini araştırmıştır. Hatay ilinde mevcut şartlar altında hayvansal atıklardan yıllık yaklaşık olarak 52 milyon m^3 lük biyogaz üretileceği incelenmiş ve bu biyogazın değerlendirilmesi ile 244,31 GWh enerji üretimi gerçekleşeceği sonucuna ulaşılmıştır **[15].** Karaca (2018), Türkiye'de bulunan süt sığırı ve yumurta tavuğu hayvan varlıkları kullanılarak yapılan hesaplamada bu hayvanlardan yıllık toplam 92,1 milyon ton gübre elde edildiğini ve yıllık yaklaşık olarak 1,6 milyar m^3 biyogaz üretim potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir**.** Bu gübreden üretilen biyogazın ısıtma değerini ise yaklaşık 36700 TJ olarak belirlemiştir **[16].**

Bu çalışmada ise Kahramanmaraş'ta süt sığırı ve yumurta tavuğu varlığından yola çıkılarak yıllık biyogaz üretim potansiyeli teorik olarak belirlenmiştir. Bu potansiyel kullanılarak ısıl değer ve yıllık elektrik üretim miktarı tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bir bölümü Akdeniz, bir bölümü ise Doğu Anadolu Bölgesinde kalan Kahramanmaraş, kuzey yarım kürenin 37°45′enlem ve 34°40′ boylam arasında kurulmuş bir şehirdir. 14.327 km^2 'lik bir alan üzerine kurulan Kahramanmaraş, komşu illeri itibariyle kuzeyden Sivas, kuzeybatıdan Kayseri, güneybatıdan Adana, güneydoğudan Gaziantep, doğudan Adıyaman, kuzeydoğudan Malatya illeri ile sınırlıdır. Deniz seviyesinden yüksekliği 500-700 metredir. Daha çok Ahır Dağının eteklerine ve onun küçük tepelerine kurulan Kahramanmaraş kuzeyinden Berit ve Engizek Dağlarıyla, doğusundan Gölbaşı Çukuruyla, güneyinden Kartal Dağı ve batı kısmında Amanos Dağları ile çevrilidir **[17]**. Kahramanmaraş ili Afşin, Andırın, Çağlayancerit, Dulkadiroğlu, Ekinözü, Elbistan, Göksun, Nurhak, Onikişubat, Pazarcık ve Türkoğlu ilçelerinden oluşur.

Bu çalışma kapsamında Türkiye İstatistik Kurumunun 2018 yılına ait hayvan varlığı istatistikleri kullanılmıştır (Çizelge 1) **[18].** Biyogaz üretim potansiyelinin hesaplanmasında yalnızca süt sığırı ve yumurta tavuğu varlığı dikkate alınmıştır. Çünkü hayvanların barınaklarda kalma süresine bağlı olarak belirlenmiş olan hayvan gübresinin ulaşılabilirlik değeri süt sığırcılığında (%65) ve yumurta tavukçuluğunda (%99) olmak üzere en yüksek değerdedir **[5,19]**. Diğer hayvanlar için bu değer daha düşük olduğundan biyogaz hesaplamasında dikkate alınmamıştır **[5]**.

Çizelge 1. Kahramanmaraş ili süt sığırı ve yumurta tavuğu hayvan sayıları **[18]**

İLÇELER	Süt Sığırı (Adet)	Yumurta Tavuğu (Adet)	Toplam (Adet)
AFŞİN	19.862	62.500	82.362
ANDIRIN	13.409	20.046	33.455
ÇAĞLAYANCERİT	1.279	5.790	7.069
DULKADİROĞLU	15.887	17.000	32.887
EKİNÖZÜ	3.669	6.240	9.909
ELBİSTAN	12.144	38.806	50.950
GÖKSUN	12.396	47.824	60.220
NURHAK	1.425	5.500	6.925
ONİKİSUBAT	14.891	52.150	67.041
PAZARCIK	5.454	938.000	943.454
TÜRKOĞLU	9.840	42.250	52.090
TOPLAM	**110.256**	**1.236.106**	**1.346.362**

Hayvan gübresi ve biyogaz üretim miktarlarının hesaplanmasında literatürde verilen aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Çizelge 2) **[5,8,19,20];**

Çizelge 2.Çalışmada Kullanılan Eşitlikler

Günlük Gübre Üretim Miktarı **(GM)** (t/d)	**GM=(HS×HGÜM)÷1000**	(1)
Günlük Katı Gübre Miktarı **(GMkatı)** (t/d)	**GMkatı=GM×(KGO÷100)**	(2)
Toplam Kullanılabilir Yıllık Katı Gübre Miktarı **(TKGMkatı)** (t/y)	**TKGMkatı=GMkatı×(GKO÷100)×365**	(3)
Biyogaz Miktarı **(BM)** (m^3/y)	**BM=TKGMkatı×BDO**	(4)
Yıllık Toplam Isıl Değer **(TID)** (MJ/y)	**TID=BM×BID**	(5)
Yıllık Toplam Elektrik Üretim Miktarı **(EÜ)** (MWh/y)	**EÜ=(TID÷3600)×EÜVnet**	(6)

HS: Hayvan sayısı**;**
HGÜM: Hayvan başına günlük gübre üretim miktarıdır(kg/hayvan).(Süt Sığırı=27,24 kg/hayvan, Yumurta Tavuğu=0,08 kg/hayvan**);**
KGO: Katı gübre oranıdır (%)(Süt Sığırı=12,7 Yumurta Tavuğu=25**);**
GKO: Gübre kullanılabilirlik oranıdır (%)(Süt Sığırı=%65 Yumurta Tavuğu=%99);
BDO: Katı gübre biyogaz dönüşüm oranıdır (200 m^3/t);
BID: Biyogazın birim ısıl değeridir (22,7MJ/m^3);
EÜVnet: Gaz motorunun net elektrik üretim verimidir (%40)

3. Bulgular ve Tartışma

Kahramanmaraş ili için TÜİK 2018 yılı verilerine göre süt sığırı ve yumurta tavuğu sayılarından elde edilen hayvansal gübre miktarları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kahramanmaraş ili süt sığırı ve yumurta tavuğu sayıları ve hayvan gübresi potansiyelleri

	Süt Sığırı	Yumurta Tavuğu	Toplam
HS	110.256	1.236.106	**1.346.362**
GM (t/d)	3.003	98	**3.101**
KGO (%)	12,7	25	
$GM_{katı}$ (t/d)	381	24,5	**405,5**
GKO (%)	65	99	
$TKGM_{katı}$(t/y)	90.392	8.853	**99.245**

HS: hayvan sayısı; GM: günlük gübre üretim miktarı (t/d);
KGO: katı gübre oranıdır (%); GMkatı: günlük katı gübre miktarı (t/d);
GKO: gübre kullanılabilirlik oranıdır (%);$TKGM_{katı}$: toplam kullanılabilir yıllık katı gübre miktarı (t/y)

Çizelge 1 ve 3'den de görüldüğü gibi, Kahramanmaraş'ta toplam 110.256 adet süt sığırı bulunmaktadır. Süt sığırı hayvan varlığının büyük çoğunluğu Afşin ilçesindedir. Bunu sırasıyla Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Andırın takip etmektedir. İl genelinde toplam yumurta tavuğu sayısı 1.236.106 adet olup büyük çoğunluğu Pazarcık ilçesinde yer almaktadır**.** Bunu sırasıyla Afşin, Onikişubat ve Göksun ilçeleri takip etmektedir.
Kahramanmaraş ilinde 2018 yılında biyogaz üretiminde kullanılabilir kuru gübre miktarının büyük bir kısmını süt sığırı gübresinden elde edildiği belirlenmiştir. Eşitlik (4-5-6) kullanılarak toplam kuru gübre miktarından üretilebilecek biyogaz potansiyeli, bunun ısıl değeri ve elektrik üretim potansiyeli Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 4. Kahramanmaraş ili biyogaz potansiyeli ve enerji değeri

	Süt Sığırı	Yumurta Tavuğu	Toplam
$TKGM_{katı}$(t/y)	90.392	8.853	**99.245**
BM (m^3/y)	18.078.400	1.770.600	**19.849.000**
TID (GJ/y)	410.380	40.193	**450.573**
EÜ(MWh/y)	45.600	4.466	**50.066**

TKGM: toplam kullanılabilir yıllık katı gübre miktarı (t/y); BM: biyogaz miktarı (m^3/y);
TID: yıllık toplam ısıl değer (GJ/y); EÜ: yıllık toplam elektrik üretim miktarı (MWh/y)

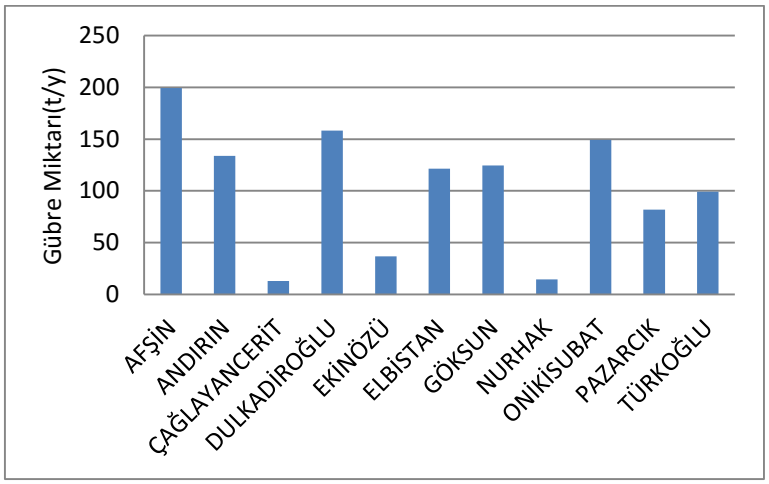
Kahramanmaraş'ta süt sığırı ve yumurta tavuğu varlığının yıllık yaklaşık olarak 20 milyon m^3 biyogaz üretim potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bu potansiyelin ısıl değeri ise yaklaşık 450 TJ olduğu hesaplanmıştır. Bu biyogaz potansiyelinin verimi %40 olan gaz motorlarında yakıt olarak kullanılması sonucunda üretilebilecek olan elektrik ise yılık toplam 50 GWh olarak hesaplanmıştır. Bazı araştırmacılar, farklı tür ve sayıda hayvan varlıklarından yararlanarak teorik biyogaz potansiyelini ve enerji değerini; Bursa ilinin biyogaz üretim potansiyelinin yaklaşık 52 milyon m^3 ve enerji değerinin yaklaşık 400 GWh **[8]**; Malezya'nın biyogaz potansiyelinin yaklaşık 4,6 milyar m^3 ve enerji değerinin 8270 GWh**[9];**Hatay ilinin biyogaz potansiyelinin(sadece süt sığırı ve yumurta tavuğu varlıkları) 15milyon m^3 ve enerji değerinin yaklaşık 37,7 GWh[**11];** Adıyaman ilinin biyogaz potansiyelinin yaklaşık 15 milyon m^3 ve enerji değerinin yaklaşık 70,5 GWh**[13]**; Osmaniye ilinin biyogaz potansiyelinin (sadece sığır, manda ve yumurtlayan tavuk) 11 milyon m^3 ve enerji değerinin yaklaşık 27,8 GWh**[14];** Hatay ilinin biyogaz potansiyelinin yaklaşık 52 milyon m^3 ve enerji değerinin yaklaşık 244,31 GWh**[15]** olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 5'te Kahramanmaraş ilçelerinde teorik üretilen yıllık biyogaz üretim potansiyelleri verilmiştir. Süt sığırının en fazla olduğu Afşin ilçesinde yaklaşık 3.3 milyon m^3/y ile en fazla biyogaz üretim potansiyeli olduğu görülmektedir. Bu miktar ilin toplam potansiyelinin % 16,57'sini oluşturmaktadır. Afşin ilçesini Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Pazarcık ilçeleri takip etmektedir. Kahramanmaraş ilinin ilçelere göre gübre miktarı, biyogaz potansiyeli, biyogazın ısıl değeri ve üretilen elektrik enerjisinin dağılımı Şekil 1-4 arasında gösterilmiştir.

Çizelge 5. Kahramanmaraş ili ilçelere göre hayvan gübresi, biyogaz miktarı, biyogazın ısıl değeri ve elektrik üretim potansiyelinin dağılımı

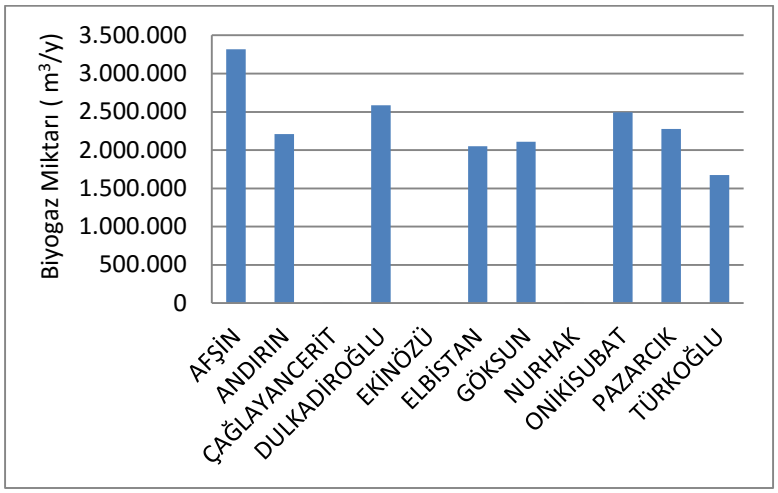
İLÇELER	Hayvan Sayısı	GM (t/y)	BM (m^3/y)	TID (GJ/y)	EÜ (MWh/y)	Pay (%)
AFŞİN	82.362	199.290	3.316.800	75.291	8.30	16,57
ANDIRIN	33.455	133.809	2.211.500	50.201	5.57	11,12
ÇAĞLAYANCERİT	7.069	12.957	222.400	5.048	0.56	1,11
DULKADİROĞLU	32.887	158.176	2.586.600	58.716	6.52	13,02
EKİNÖZÜ	9.909	36.682	611.600	13.884	1.54	3,07
ELBİSTAN	50.950	121.581	2.050.800	46.553	5.17	10,32
GÖKSUN	60.220	124.392	2.109.000	47.874	5.32	10,62
NURHAK	6.925	14.381	244.400	5.548	0.62	1,23
ONİKİSUBAT	67.041	149.358	2.495.600	56.651	6.30	12,58
PAZARCIK	943.454	81.760	2.274.600	51.634	5.73	11,44
TÜRKOĞLU	52.090	99.061	1.674.600	38.014	4.23	8,44
TOPLAM	**1.346.362**	**1.131.865**	**19.849.000**	**450.573**	**50.066**	**100**

GM: günlük gübre üretim miktarı (t/y); BM: biyogaz miktarı (m^3/y)
TID: yıllık toplam ısıl değer (GJ/y); EÜ: yıllık toplam elektrik üretim miktarı (MWh/y)



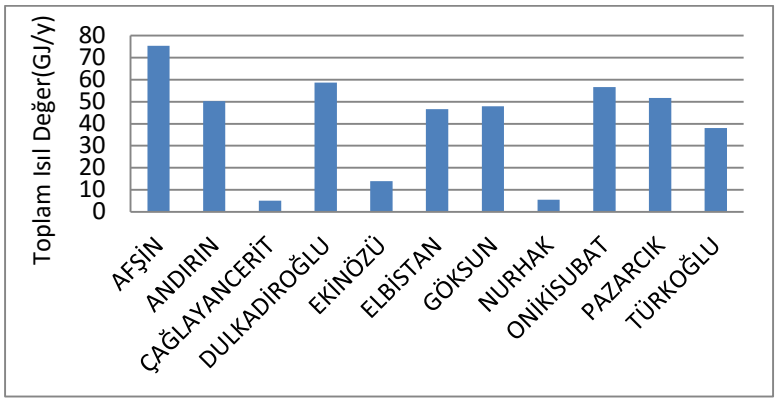
Şekil 1.Kahramanmaraş ilinin ilçelere göre gübre potansiyelinin dağılımı

Şekil 1'de Kahramanmaraş ilçelerinde havyan varlıklarından üretilen yıllık gübre miktarları verilmiştir. Yıllık gübre miktarının en çok Afşin ilçesinde olduğu görülmektedir. Bu ilçeyi sırasıyla Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Andırın ilçeleri takip etmektedir.



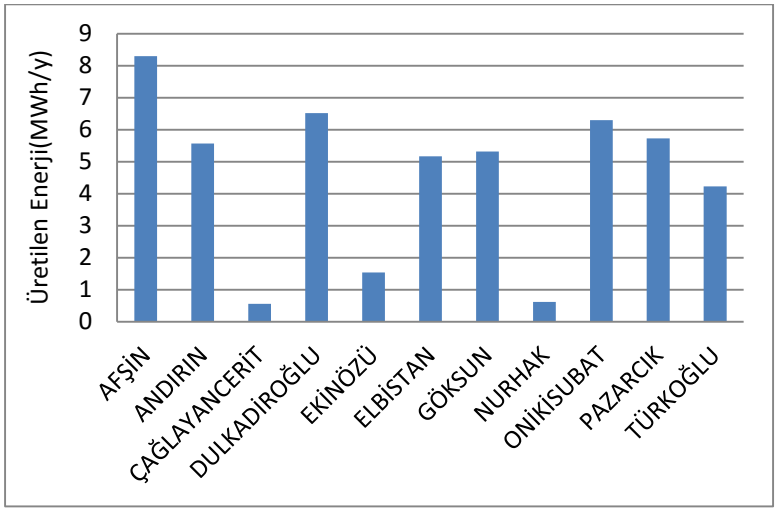
Şekil 2. Kahramanmaraş ilinin ilçelere göre biyogaz potansiyelinin dağılımı

Gübre miktarına bağlı olarak, (4) numaralı eşitlik kullanılarak yıllık biyogaz miktarı hesaplanmış ve en çok biyogaz miktarının Afşin ilçesinde olduğu belirlenmiştir. Bu ilçeyi sırasıyla Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Pazarcık ilçeleri takip etmektedir.



Şekil 3. Kahramanmaraş ilinin ilçelere göre biyogazın ısıl değeri potansiyelinin dağılımı

(5) numaralı denklem ile hesaplanan Toplam Isıl Değer miktarının da yine en çok Afşin ilçesinde olduğu Şekil 3'ten görülmektedir. Bu ilçeyi sırasıyla Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Pazarcık ilçeleri takip etmektedir.



Şekil 4.Kahramanmaraş ilinin ilçelere göre üretilen enerjinin dağılımı

Üretilen enerji miktarını hesaplamada (6) numaralı denklem kullanılmış, elde edilen sonuçların ilçelere göre değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Toplam Isıl Değere bağlı olan enerji üretim miktarının en fazla Afşin ilçesinde olduğu görülmektedir. Bu ilçeyi sırasıyla Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Pazarcık ilçeleri takip etmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili süt sığırı ve yumurta tavuğu varlığından faydalanılarak biyogaz potansiyeli teorik olarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir;

1. TÜİK 2018 verilerine göre Kahramanmaraş genelinde toplam hayvan sayısı 1.346.362'dir. Kahramanmaraş'ta toplam 110.256 adet süt sığırı bulunmaktadır. Süt sığırı hayvan varlığının büyük çoğunluğu Afşin ilçesindedir. Bunu sırasıyla Dulkadiroğlu, Onikişubat ve Andırın takip etmektedir. İl genelinde toplam yumurta tavuğu sayısı 1.236.106 adet olup büyük çoğunluğu Pazarcık ilçesinde yer almaktadır**.** Bunu sırasıyla Afşin, Onikişubat ve Göksun ilçeleri takip etmektedir.
2. Kahramanmaraş'ta yaklaşık 1 milyon 132 bin ton/yıl yaş hayvan gübresi üretildiği teorik olarak belirlenmiştir. Bu atığın tamamının biyogaz üretiminde kullanılması durumunda yıllık yaklaşık 20 milyon m^3 biyogaz üretilebileceği belirlenmiştir. Elde edilen biyogazdan da 50 GWh elektrik enerjisi üretilebileceği hesaplanmıştır.
3. Kahramanmaraş ilinde ilçelere göre biyogaz potansiyelinden faydalanılarak üretilen enerjinin dağılımında, Afşin ilçesi %16,57 ile ilk sırada yer almaktadır. Bu ilçeyi sırasıyla Dulkadiroğlu (%13,02), Onikişubat (%12,58) ve Pazarcık (%11,44) ilçeleri takip etmektedir.

5. Kaynaklar

1. Kılıç, F.Ç. (2007). Biyogaz, Önemi, Genel Durumu Ve Türkiye'deki Yeri. Renewable Energy World, 8,6.

2. Selimoğlu, G. (2008). Büyükbaş Hayvan Dışkısından Biyogaz Üretimi. Gazi Üniversitesi .Ankara

3. Onurbaş, A. (1993). Tarımda Kullanılan Sabit Patlamalı Motorlarda Çeşitli Gaz Yakıtların Kullanımını Sağlayacak Karıştırıcı Geliştirilmesi. TÜBİTAK Doğa Dergisi Cilt 17, Sayı 3; s. 559-568, Ankara.

4. Avcıoğlu, O.A., Türker, U., Atasoy, D.Z., Koçtürk, D., (2011). Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler Biyoyakıtlar. Nobel Akademik Yayıncılık.

5. Clemens, J., Trimborn, M., Weiland, P., Amon, B.(2006). Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. Agriculture, Ecosystems and Environment, V.112, pp.171–177**.**

6. Kalyuzhnyi, S. (2008). Energy Potential of Anaerobic Digestion of Wastes Produced in Russia Via Biogas and Microbial Fuel Cell Technologies, *Pure and Applied* Chemistry, 80 (10), 2115–2124.

7. Öcal, F. (2015). Biyogaz enerjisi üretimi ve Eskişehir İli için uygulama Eskişehir Osmangazi Üniversitesi. Eskişehir.

8. Ozsoy, G., Alibas, I., (2015). GIS mapping of biogas potential from animal wastes in Bursa,Turkey. Int J Agric & Biol Eng, 8(1): 74 - 83.

9. Abdeshahian, P., Lim, J.S., Ho,W.S., Hashim,H., Lee,C.T. (2016). Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia" Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60, pp.714–723.

10. Karaca, C.(2016). Determination of Biogas Production Potential and Energy Value from Animal Manure in Turkey (Afyonkarahisar Provincial Example). Proceeding Book of VII.

International Scientific Agriculture Symposium:1922-1928. 6-9 October 2016, Jahorina,Bosnia and Herzegovina

11. Karaca, C. (2017). Hatay ilinin hayvansal gübre kaynağından üretilebilir biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**.** p. 34-39.

12. Şenol,H., Elibol,E.A., Açıkel,Ü., Şenol,M. (2017). "Türkiye'de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları" BEÜ Fen Bilimleri Dergisi 6(2), 81-92.

13. Baran, M. F., Lüle,F., Gökdoğan, O. (2017). Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli**.** Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, p.245-249.

14. Karaca, C., Öztürk, H.H. (2017). Biogas Production Potential from Animal Manure in Osmaniye. International Advanced Researches & Engineering Congress-2017 http://iarec.osmaniye.edu.tr/

15. Aşcı, M.F. (2018). Hatay ili biyogaz enerji potansiyelinin incelenmesi İskenderun Teknik Üniversitesi,Hatay

16. Karaca, C. (2018). Determination of biogas production potential from animal manure and GHG emission abatement in Turkey. Int J Agric &Biol Eng; 11(3): 205–210.

17. Durmaz, A. (2018). "Kahramanmaraş Bitki Biyoçeşitliliğinin Konumsal Analizi ve Dağılım Deseni"Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.Kahramanmaraş

18. TÜİK, (2018). Hayvancılık İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr ,Erişim Tarihi 29.10.2019

19. Başçetinçelik, A., Karaca C., Öztürk, H.H., Kaçıra, M., Ekinci K. (2005). Agricultural biomass potential in Turkey. Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture: 195-199, İzmir-Turkey

20. Ayhan, A. (2015). Biogas production potential from animal manure of Bursa province. Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University, 29(2), 47-53.

UÇUCU KÜL İÇEREN KATKILI ÇİMENTOLARIN NANO BOYUTLU KALSİT İLE AKTİVE EDİLMESİ: KIVAM VE PRİZ SÜRELERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Serhat DEMİRHAN

Batman Üniversitesi

ÖZET

Karbondioksit salınımının yaklaşık %8'inden sorumlu olan çimentonun çevreyle ilgili zararını azaltmak için çimento yerine ikame edilmek üzere doğal veya endüstriyel yan ürün olarak elde edilen mineral katkılar kullanılmaktadır. Bu katkılar, çok yüksek oranda kullanıldığında erken yaş dayanım problemi oluşmakta olup, bu durum mineral katkıların yüksek oranda kullanımını kısıtlamaktadır. Nano boyutlu taneciklerin çimentoda kullanılmasıyla katkılı çimentoların erken yaş dayanım kazanımında gelişim elde edildiğinden nano boyutlu taneciklerle erken yaş dayanım probleminin giderilmesi uygun bir yöntemdir. Mevcut deneysel çalışmanın temel amacı, yukarıdan aşağıya (top-down) yöntemiyle üretilmiş ve Nano SiO_2 ve Nano Al_2O_3 gibi nano malzemelere kıyasen çok daha ucuz olan Nano boyutlu kalsit (NC) kullanımıyla farklı oranlarda uçucu kül (UK) içeren katkılı çimentoların aktivasyonunun incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda farklı oranlarda UK içeren CEM II-A/V (%20 UK), CEM II-B/V (%35 UK), CEM IV-B (%50) ve CEM I tipli çimentolara minör ilave bileşen aralığında (%0, %2.5 ve %5) NC eklenerek 12 çimento hamuru üretilmiş olup, bu karışımların TS EN 196-3'e uygun bir şekilde hem kıvam ve hem de priz süreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; NC kullanım oranı arttıkça standart kıvam için gerekli su miktarında azalma gözlemlenirken UK kullanım oranındaki artışla birlikte su ihtiyacında da artış gözlemlenmiştir. NC kullanımından dolayı karışımlarda hem çekirdeklenme etkisi (C_3S ile) hem de kimyasal etki (UK'deki Al_2O_3 ile) neticesinde hidratasyon ürünlerinde artış tespit edilmiş ve bunun sonucu olarak ta priz başlama ve sona erme sürelerinde kısalma gözlemlenmiştir. Genel olarak, priz başlama ve sona erme sürelerindeki azalış NC+UK kullanılan karışımlarda daha net gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nano kalsit, kıvam, priz süresi

ABSTRACT

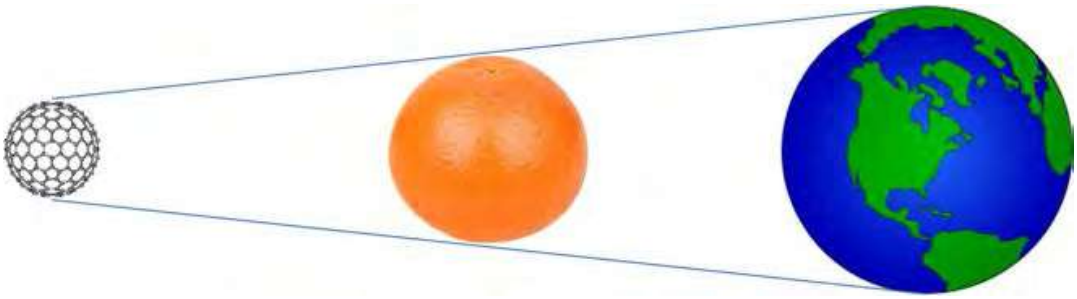
In order to reduce the ecological damage of cement, which is responsible for approximately 8% of carbon dioxide emissions, mineral admixtures are used as natural or industrial by-products as a partial replacement of cement. When these admixtures are used at a high volume of replacement, early age problems in strength development occurs, which limits the high use of mineral admixtures. Since the use of nano-sized particles in cement improves the early age strength gain of blended types of cement, it is an appropriate method in order to overcome the early age strength problem by using nano-sized particles. The main objective of the current experimental study is to investigate the activation of blended types of cements including different volumes of fly ash (UK) by using Nano-sized calcite (NC), which is produced by the top-down method and is much cheaper than nanomaterials such as Nano SiO_2 and Nano Al_2O_3. For this purpose, different amounts of NC (up to 5%) were added into CEM II-A / V (20% UK), CEM II-B / V (35% UK), CEM IV-B (50%) and CEM I types of cement

which contains different ratios of fly ash and then 12 different cement pastes were produced. Both consistency and setting times of the produced mixtures were examined in accordance with TS EN 196-3. Experimental results showed that as NC usage rate increased, the amount of water required for standard consistency decreased while the increase in fly ash usage rate increased water requirement. As a result of both the nucleation effect (reaction of nano calcite with C_3S) and the chemical effect (reaction of nano calcite with Al_2O_3 in both fly ash and Cement), an increase in the hydration products was detected and therefore decrease in setting times was observed. In general, the reduction in setting times was more clearly observed in mixtures including both nano calcite and fly ash.

Keywords: Nano calcite, consistency, setting time

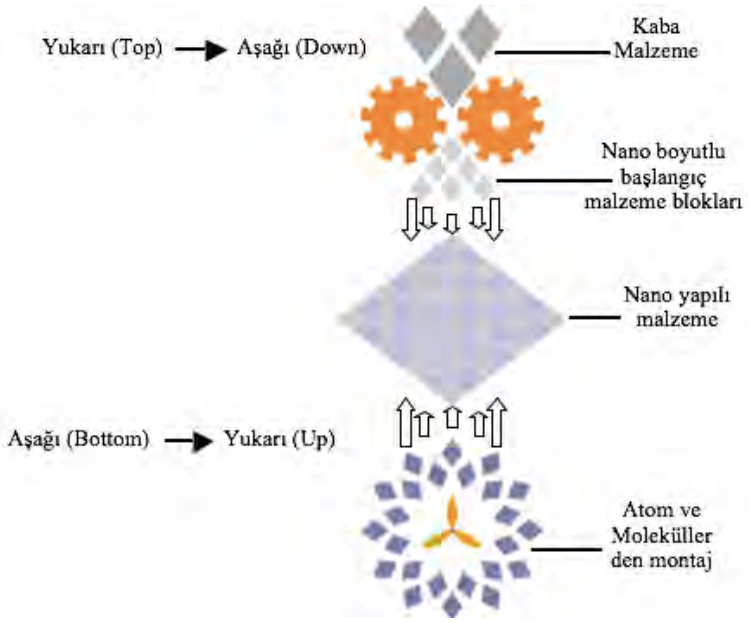
1. GİRİŞ

Bir ton klinker üretiminde takriben bir metreküp karbondioksit doğaya salınmakta ve ekolojik olarak doğaya karbondioksit bazlı ciddi zararlar verilmektedir. Hem doğa dostu bir çimento üretmek hem de çimento bazlı malzemelerin performans özelliklerini iyileştirmek için puzolanik malzemeler kullanılmaktadır. Doğal veya yapay (endüstriyel yan ürünler dahil) puzolanik malzemelerin yüksek hacimde kullanımında çimento esaslı malzemenin erken yaş dayanım gelişiminde yavaşlama meydana geldiği için puzolanik malzeme üst limit kullanım oranı standart tarafından kısıtlanarak farklı oranlarda kullanılmak üzere 27 çeşit çimento üretilmektedir (TS EN 197-1, 2012). Tane boyutu 1μ'dan küçük olan malzemeler nano boyutlu malzemeler ve 1 μ ile 1mm arasında olan tanecikler ise mikronize malzeme olarak tanımlanmaktadır (Cao ve diğ., 2019). Malzemelerin tane boyutu küçüldükçe özgül yüzey alan/hacim oranı arttığından dolayı reaktiviteleri yüksek oranda değişkenlik göstererek etkileri artmaktadır. Bir karbon fullerene (karbon grafit ve elmas haricindeki allotroplara verilen isim) ve greyfurt meyvesinin oranı takriben greyfurt meyvesi ile Dünyamız arasındaki oran ile aynı olup (Şekil 1.1), bu durum nano ölçeğin ne kadar küçük olduğunu göstermektedir. Nano boyutlu taneciklerin çimento esaslı malzemelerdeki kullanımı gün geçtikçe artmakta (Teizer ve diğerleri, 2011) ve yapıların tasarımında hedeflenen birçok yapı performans özellikleri için göz ardı edilemez avantajlar sağlamaktadır (Björnström ve diğerleri, 2004; Li, 2004; Li ve diğerleri, 2004; Ji, 2005; Jo ve diğerleri, 2007; Li ve diğerleri, 2007; Qing ve diğerleri, 2007; Senff ve diğerleri, 2009).



Şekil 1.1. Karbon fullerene, greyfurt meyvesi ve Dünya arasındaki takribi oranlarını gösterir illüstrasyon (Jones ve diğerleri, 2016)

Betonda yaygın olarak kullanılan nano malzemeler nano-silis (SiO_2), nano-titanyum (TiO_2), nano-kalsit ($CaCO_3$), nano-alümin (Al_2O_3) ve nano-kil gibi taneciklerdir. Nano boyutlu tanecikler Yukarıdan Aşağıya (Top-Down) ve Aşağıdan Yukarıya (Bottom-up) yaklaşımı olmak üzere iki temel yaklaşıma göre üretilmektedir (Sanchez ve Sobolev, 2010). "Top-down" yaklaşımında, malzemelerin boyut olarak orijinal özelliklerine atomik düzeyde hiçbir müdahalenin yapılmadığı ve özelliklerinin korunduğu nano ölçekteki taneciklere dönüştürülmesi veya daha büyük maddeden daha küçük maddeleri ayrıştırma yaklaşımı olduğundan üretim maliyeti nispeten daha ucuzdur. "Top-down" yaklaşımından çok farklı olarak "Bottom-up" yaklaşımında ise malzeme atomik ya da moleküler düzeydeki bileşenlerinden belirli bir işlemden geçirilerek tasarlandığından dolayı üretim maliyeti artmaktadır (Şekil 1.2).

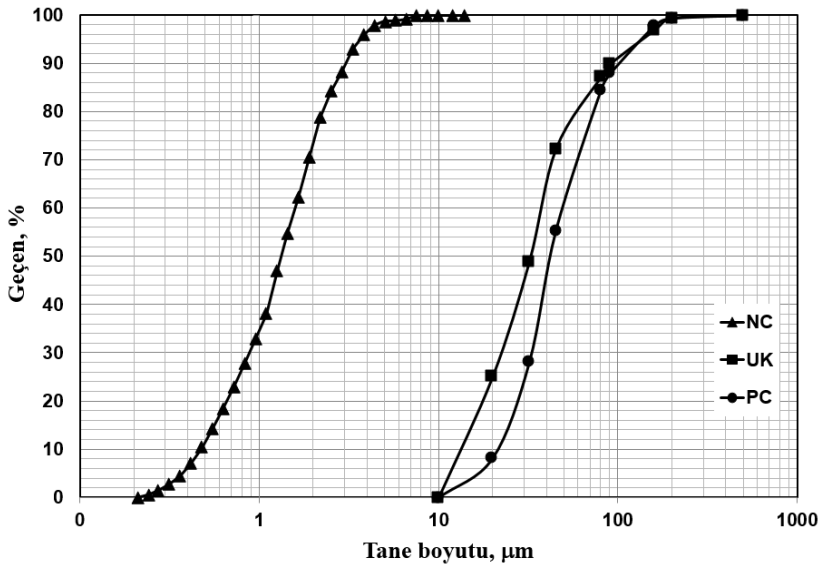


Şekil 1.2. "Top-Down" ve "Bottom-Up" yaklaşımlarıa göre nano taneciklerin üretim şeması (Sanchez ve Sobolev, 2010)

Nano malzemelerin üretim tekniklerinden dolayı maliyeti çok yüksek olmasına rağmen nano kalsit ve/veya nano $CaCO_3$, nano malzemeler içerisinde en ucuz olanlarıdır. Mevcut çalışmada yukarıdan aşağıya (top-down) yaklaşımına göre üretilmiş ve tamamen yerli üretim olan nano boyutlu kalsitin CEM I, CEM II-A/V, CEM II-B/V ve CEM II-B tipli çimentoların kıvam ve priz süreleri üzerine olan etkisinin incelenmesi için 12 farklı karışım TS EN 197-1'de belirtilen oranlara göre hazırlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

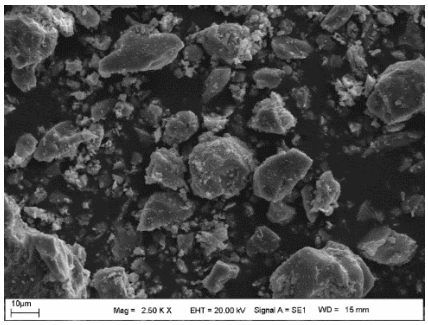
Tüm karışımların üretiminde klinker ve alçıtaşının (%5) laboratuvar ortamında değirmende öğütülmesiyle üretilmiş olan ve TS EN 197-1'in minimum şartlarını sağlayan Normal Portland Çimentosu, F tipi uçucu kül (UK) ve Nano kalsit (NC) kullanılmış olup, kimyasal kompozisyonları ve fiziksel özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bağlayıcı malzeme ve nano kalsitin tane boyutu dağılımı Şekil 2.1'de verilmiştir. PC, UK ve NC numunelerinin SEM görüntüleri ve NC'nin TGA/DTA ve XRD sonuçları sırasıyla Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'te verilmiştir. Mevcut çalışma kapsamında belirlenmiş olan 12 karışımın (Çizelge 2.2) hem kıvam hem de priz başlama/sona erme sürelerinin belirlenmesi için TS EN 196-3 (2002) standardı referans alınmış olup, belirtilen testler TS EN 196-3 standardında belirtildiği gibi yapılmıştır.



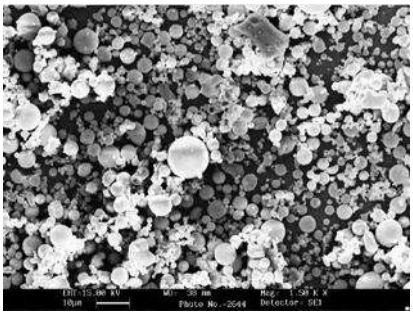
Şekil 2.1. Bağlayıcı malzeme ve nano kalsitin tane boyutu dağılımı

Çizelge 2.1. Bağlayıcı malzeme ve nano kalsitin fiziksel özellikleri ve kimyasal kompozisyonları

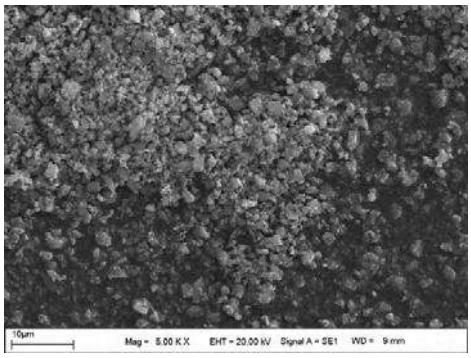
Kimyasal kompozisyon, %	**PC**	**UK**	**NC**
SiO_2	20.41	61.07	0.24
Al_2O_3	5.34	19.99	0.21
Fe_2O_3	3.10	8.94	0.04
MgO	3.48	1.48	0.55
CaO	61.36	1.95	56.14
SO_3	2.57	0.43	0.06
Na_2O	0.37	0.91	-
K_2O	0.94	2.15	-
Kızdırma Kaybı	2.15	2.08	42.76
Fiziksel Özellikler			
Özgül ağırlık, gr/cm^3	3.24	2.38	2.69
Özgül yüzey alanı, m^2/cm^3	-	-	4.30
Blaine, cm^2/gr	3092	3560	-
2 μ'dan küçük tanecik, %	-	-	69.95
D50 (Ortalama tane boyutu), μ	-	-	1.63
D97 (En büyük tane boyutu), μ	-	-	3.53



PC

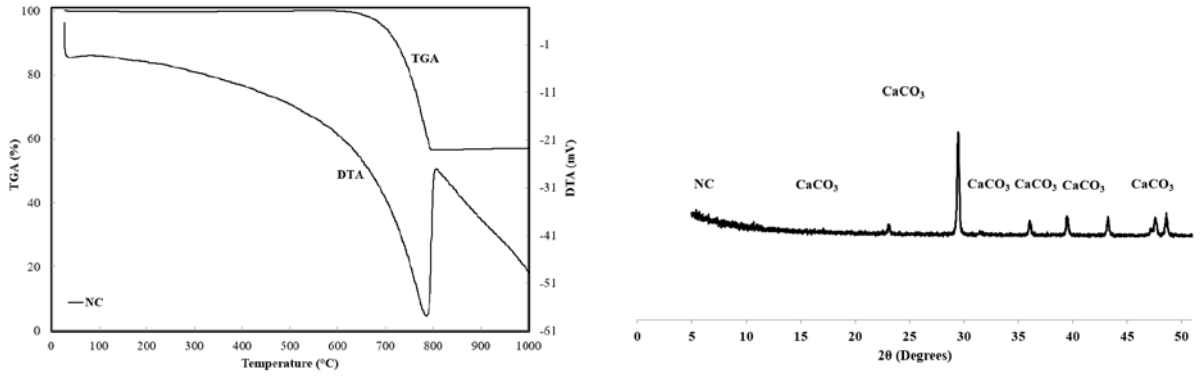


UK



NC

Şekil 2.2. PC, UK ve NC'nin SEM görüntüleri



TGA/DTA XRD

Şekil 2.3. NC'nin TGA/TDA eğrileri ve XRD diyagramı

Çizelge 2.1. TS EN 197-1'e uygun olarak hazırlanmış karışımlar

Karışım #	Karışım Kodu	Çimento Tipi	PC	UK/PC	NC/Bağlayıcı, %	Blaine, cm^2/gr	Özgül Ağırlık, gr/cm^3
1	NC_0.0_UK/PC_0.0	CEM I	1	0	0	3092	3.24
2	NC_2.5_ UK /PC_0.0	CEM I	1	0	2,5	3821	3,22
3	NC_5.0_ UK /PC_0.0	CEM I	1	0	5,0	4283	3,18
4	NC_0.0_ UK /PC_0.25	CEM II-A/V	1	0.25	0	3567	3,08
5	NC_2.5_ UK /PC_0.25	CEM II-A/V	1	0.25	2,5	3958	3,06
6	NC_5.0_ UK /PC_0.25	CEM II-A/V	1	0.25	5,0	4786	3,07
7	NC_0.0_ UK /PC_0.54	CEM II-B/V	1	0.54	0	3960	2,95
8	NC_2.5_ UK /PC_0.54	CEM II-B/V	1	0.54	2,5	4396	2,92
9	NC_5.0_ UK /PC_0.54	CEM II-B/V	1	0.54	5,0	4982	2,91
10	NC_0.0_ UK /PC_1.0	CEM IV-B	1	1.0	0	4217	2,88
11	NC_2.5_ UK /PC_1.0	CEM IV-B	1	1.0	2,5	4720	2,84
12	NC_5.0_ UK /PC_1.0	CEM IV-B	1	1.0	5,0	5069	2,83

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Mevcut çalışmada üretilen 12 karışımın kıvam, priz başlama ve priz sona erme süreleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.1'de görüldüğü üzere her ne kadar nano malzemelerin yüksek özgül yüzey alanından dolayı su ihtiyacının artırması bekleniyor olsa da NC'nin kullanım oranı arttıkça hidrofobik yapısından kaynaklı olarak (Lu ve Wang, 2010; Demirhan ve diğ., 2019) standart kıvam için gerekli su ihtiyacı azalırken UK'de ise kullanım oranı arttıkça çimentoya kıyasen daha ince olduğundan dolayı su ihtiyacı artmış ve standart kıvam için gerekli su ihtiyacında artış elde edilmiştir. NC çimento bazlı malzemelerde kullanıldığında çekirdeklenme etkisi neticesinde C_3S'in reaksiyonunu hızlandırdığından ve kimyasal etki neticesinde de Al_2O_3 (çimento+puzolanik malzeme) ile reaksiyon gösterdiğinden dolayı priz başlama ve son erme sürelerinde kısalma gözlemlenmiştir. CEM I'e kıyasen UK kullanım oranı arttıkça priz

başlama ve sona erme sürelerinde de puzolanik reaksiyonlardan kaynaklı olarak uzama gözlemlenmiştir.

Çizelge 3.1. Kıvam, Priz başlama ve sona erme süreleri

			Kıvam, Priz Başlama ve Sona Erme Süreleri		
Karışım #	Karışım Kodu	Çimento Tipi	Kıvam Suyu, %	Priz Başlama, Dk.	Priz Sona Erme, Dk.
1	NC_0.0_UK/PC_0.0	CEM I	27.20	03:30	07:01
2	NC_2.5_ UK /PC_0.0	CEM I	26.20	03:16	06:42
3	NC_5.0_ UK /PC_0.0	CEM I	25.60	02:49	06:38
4	NC_0.0_ UK /PC_0.25	CEM II-A/V	27.20	03:56	08:03
5	NC_2.5_ UK /PC_0.25	CEM II-A/V	26.80	03:55	07:30
6	NC_5.0_ UK /PC_0.25	CEM II-A/V	26.20	03:47	06:43
7	NC_0.0_ UK /PC_0.54	CEM II-B/V	28.80	06:11	08:43
8	NC_2.5_ UK /PC_0.54	CEM II-B/V	27.60	05:06	08:39
9	NC_5.0_ UK /PC_0.54	CEM II-B/V	26.80	04:04	08:17
10	NC_0.0_ UK /PC_1.0	CEM IV-B	30.00	06:50	10:04
11	NC_2.5_ UK /PC_1.0	CEM IV-B	28.00	05:46	08:50
12	NC_5.0_ UK /PC_1.0	CEM IV-B	27.60	04:58	08:19

4. KAYNAKLAR

Björnström, J., Martinelli, A., Matic, A., Börjesson, L. and Panas, I. (2004). Accelerating effects of colloidal nano-silica for beneficial calcium–silicate–hydrate formation in cement. *Chemical Physics Letters*, 392(1), 242-248.

Cao, M., Ming, X., He, K., Li, L., & Shen, S. (2019). Effect of macro-, micro-and nano-calcium carbonate on properties of cementitious composites—A review. Materials, 12(5), 781.

Demirhan, S., Turk, K., & Ulugerger, K. (2019). Fresh and hardened properties of self consolidating Portland limestone cement mortars: Effect of high volume limestone powder replaced by cement. *Construction and Building Materials*, *196*, 115-125.

Jo, B. W., Kim, C. H., Tae, G. H. and Park, J. B. (2007). Characteristics of cement mortar with nano-SiO 2 particles. *Construction and Building Materials*, 21(6), 1351-1355.

Jones, W., Gibb, A., Goodier, C., Bust, P., Song, M. and Jin, J. (2016). Nanomaterials in construction–what is being used, and where?. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials*, 14(2), 1-14.

Li, G. (2004). Properties of high-volume fly ash concrete incorporating nano-SiO 2. *Cement and Concrete research*, 34(6), 1043-1049.

Li, H., Xiao, H. G., Yuan, J. and Ou, J. (2004). Microstructure of cement mortar with nano-particles. *Composites Part B: Engineering*, 35(2), 185-189.

Li, H., Zhang, M. H. and Ou, J. P. (2007). Flexural fatigue performance of concrete containing nano-particles for pavement. *International Journal of Fatigue*, 29(7), 1292-1301.

Lu, G., & Wang, K. (2010). Investigation into yield behavior of fresh cement paste: model and experiment. *ACI Materials Journal*, *107*(1), 12.

Sanchez, F. and Sobolev, K. (2010). Nanotechnology in concrete–a review. *Construction and Building Materials*, 24(11), 2060-2071.

Senff, L., Labrincha, J. A., Ferreira, V. M., Hotza, D. and Repette, W. L. (2009). Effect of nano-silica on rheology and fresh properties of cement pastes and mortars. *Construction and Building Materials*, 23(7), 2487-2491.

Teizer, J., Venugopal, M., Teizer, W. and Felkl, J. (2011). Nanotechnology and its impact on construction: bridging the gap between researchers and industry professionals. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(5), 594-604.

TS EN 196-3 "Çimento deney yöntemleri – Bölüm 3: Priz süreleri ve genleşme tayini", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 2002.

TS EN 197-1 "Genel Çimentolar- Bölüm 1: Genel Çimentolar- Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 2012.

Qing, Y., Zenan, Z., Deyu, K. and Rongshen, C. (2007). Influence of nano-SiO 2 addition on properties of hardened cement paste as compared with silica fume. *Construction and Building Materials*, 21(3), 539-545.

3 BOYUTLU YAZICI İLE ABS FİLAMENT KULLANILARAK ÜRETİLEN SANDVİÇ KOMPOZİT YAPILARIN BASMA YÜKÜ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

[*1]Serdar KAVELOĞLU, [2]Muhammed Safa KAMER, [3]Şemsettin TEMİZ,

[4]Ahmet KAYA

[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

[3]İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

[4]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda (Zaxe Z1 Plus) ABS filament kullanılarak sandviç kompozit basma numuneleri üretilmiştir. Üretilen sandviç kompozitlerin çekirdek kısımlarına bal peteği geometrisi verilmiştir. Sandviç çekirdek yapının içerisindeki bal peteği geometrisinin hücre genişlikleri ve hücre duvar kalınlıkları değiştirilerek her parametre için üçer adet toplam dokuz adet test numunesi üretilmiştir. Numuneler 6, 9, 12 mm hücre genişliğinde ve 10 mm hücre yüksekliğinde üretilmiştir. Basma numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı kullanılmıştır. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine sandviç çekirdek yapı içerisindeki farklı boyutlarda tasarlanan bal peteği geometrisinin etkisi araştırılmıştır. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, üretilen numunelere basma testi yapılmış ve kuvvet-uzama grafikleri elde edilmiştir. 3 boyutlu yazıcıda farklı hücre genişliği kullanılarak ABS filamentten üretilen sandviç kompozit numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Deneyler sonucunda en yüksek basma dayanımı 9 mm hücre genişliğinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcı, ABS, Mekanik Özellikler, Basma Testi.

INVESTIGATION OF THE BEHAVIOR OF SANDWICH COMPOSITE STRUCTURES PRODUCED USING ABS FILAMENT WITH 3D PRINTER

ABSTRACT

In this study; sandwich composite compression samples were produced by using ABS filament on a 3D heated table printer (Zaxe Z1 Plus). The core parts of the produced sandwich composites were given honeycomb geometry. The cell width and cell wall thickness of the

honeycomb geometry within the sandwich core structure were changed and a total of nine test samples were produced for each parameter. Samples were produced at 6, 9, 12 mm cell width and 10 mm cell height. ASTM C365-16 standard was used for sizing compression samples. The effect of honeycomb geometry which is designed in different dimensions in the sandwich core structure on the mechanical properties of the produced samples was investigated. Weights of the produced samples were measured, compression test was applied to the produced samples and force-elongation graphs were obtained. The mechanical properties of sandwich composite samples produced from ABS filament by using different cell widths in 3D printer were compared. As a result of the experiments, the highest compressive strength was obtained with a cell width of 9 mm.

Keywords: 3D Printer, ABS Filament, Mechanical Properties, Compression Test.

1. GİRİŞ

Kompozit sandviç yapılar içerisinde bal peteği çekirdekli sandviç plakalar kara, hava ve deniz araçlarında ağırlıktan tasarruf etmesi, dolayısıyla düşük yakıt tüketimi, yüklere maruz kaldıklarında üstün davranışları, yangın durumunda duman ve zehirli gaz seviyesinin izin verilen seviyenin altında olması, iç gürültü seviyesini azaltması bakımından en yaygın kullanılan yapılardandır. Farklı kompozit yüzey plakaları ve bal peteği çekirdek malzemeleri ile oluşturulmuş sandviç yapıların basma davranışlarının araştırıldığı çalışmalar mevcuttur.

Ashmead ve ark. çalışmalarında presle şekil verilmiş yumurta kolisi şekline benzer üç numune (çelik, PU ve PP malzeme) ve altıgen (alüminyum) şeklindeki bal peteği yapıların, dinamik özelliklerini deneysel ve SEA yöntemiyle incelemişler. Ayrıca basma ve darbe deneyleri de yapmışlar ve hasarı gözlemlemişlerdir [1].

Hong ve ark. çalışmalarında alüminyum 5052-H38 petek numunelerin basma ve kesme yüklerinin kontrol edilebileceği bir deney düzeneği yapmışlardır. Yapıya dikey eksende yapılan yüklemeye yatay eksene göre yaklaşık dokuz kat daha mukavemet gösterdiği sonucuna varmışlardır. Böylece bal peteği yapılar basmaya karşı daha dayanımlı iken kaymaya karşı dayanımı daha azdır [2].

Bekem ve ark. alüminyum çekirdekli bal peteği kullanarak alt ve üst yüzeyleri yapıştırarak THY ve TAİ'de numuneler üretilmiştir. Üretilen numunelere ilgili standartlarda soyma, çekme, dört noktalı eğme testlerine tabii tutulmuştur. Yapılan deneylerde ilgili deney kriterlerini sağlamıştır. Deneyler sonucunda bal peteği sandviç yapı tasarımı yaparken uçak parçalarının uçuş sırasında ve statik taşıyacağı yükler iyi analiz edilmeli ve testlerinin yapılması gerekli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapışkan seçimi, yüzey hazırlama, kürleme işlemleri büyük önem taşıdığı da tespit edilmiştir [3].

Asadi ve ark. bu çalışmada yapmış oldukları çalışmalarında Al-3003 alaşımından yapılmış çekirdek yapılarda düşme sırasında enerji emme kapasiteleri, hasar mekanizmaları ve alüminyum folyoları arasındaki bağı deneysel ve sonlu elemanlar yöntemi ile incelemişlerdir. Yapıda meydana gelen hasar ve sonlu elemanlar yönteminde zamana bağlı hasar şekli

verilmiştir. Çalışmada kullanılan petek çekirdek yapının tasarıma uygunluğunu ortaya koymuşlardır [4].

Heimbs ve ark. bu çalışmada aramid elyaf ve karbon elyaftan epoxy reçine ile önceden hazırlanmış prepreg kompozit malzeler kullanılmıştır. Tek yönlü (UD) karbon elyaf, dokuma (Woven) karbon elyaf, dokuma (Woven) aramid elyaf ve üst üste çift çekirdekli aramid ile karbon elyafı birleştirerek numuneler hazırlanmıştır. Bu prepreg malzemeleri katlayarak sandviç yapının hücre kısımları oluşturulmuştur. Elde edilen numunelerle basma, düşük ve yüksek hızlı darbe testleri deneysel gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda LS-DYNA yazılımında modelleme ve testlerin simulasyonu yapılmıştır. Sonuç olarak darbe sırasında dokuma aramid elyaftan yapılan sandviç yapı sünek davranırken, karbon elyaftan üretilen yapılar kırılganlığından dolayı ezilerek enerjiyi absorbe ettiği tespit edilmiştir. Elde edilen numunelerden elde edilen bulgulara göre benzer yoğunluktaki Nomex bal peteğine göre basma özelliği daha iyi olduğu tespit edilmiştir [5].

Heimbs ve ark. bu çalışmasında 3 boyutlu zigzag şeklinde katlanmış çekirdek yapıdaki sandviç yapıların darbe enerjisi absorbe davranışı araştırılmıştır. Bu sandviç yapının sonlu elemanlar metodu ile meso, macro, ve mikro ölçek seviyelerinde mekanik modellemesi ve analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda deneysel elde ettikleri darbe, kuvvet ve enerji seviyeleri arasında iyi bir korelasyon tespit edilmiştir [6].

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda (Zaxe Z1 Plus) ABS filament kullanılarak sandviç kompozit basma numuneleri üretilmiştir. Üretilen sandviç kompozitlerin çekirdek kısımlarına bal peteği geometrisi verilmiştir. Sandviç çekirdek yapının içerisindeki bal peteği geometrisinin hücre genişlikleri ve hücre duvar kalınlıkları değiştirilerek her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam dokuz adet test numunesi üretilmiştir. Numuneler 6mm, 9mm, 12mm hücre genişliğinde ve 10mm hücre yüksekliğinde üretilmiştir. Basma numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı kullanılmıştır. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine sandviç çekirdek yapı içerisindeki farklı boyutlarda tasarlanan bal peteği geometrisinin etkisi araştırılmıştır. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, üretilen numunelere basma testi yapılmış ve kuvvet-uzama grafikleri elde edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında kullanılan 3 boyutlu yazıcı ve üretilen test numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemede Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği ve İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümlerinin imkânları kullanılmıştır. Test numunelerinin üretiminde “Zaxe Z1 Plus” 3 boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Şekil 1). “Zaxe Z1 Plus” 3 boyutlu yazıcının özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.



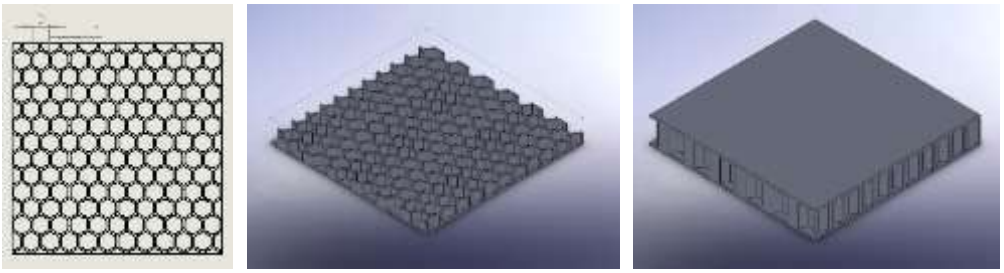
Şekil 1. Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı

Tablo 1. Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı teknik özellikleri [7]

Baskı	
Baskı teknolojisi	FFF / FDM (Fused Filament Fabrication / Fused Deposition Modeling) – Erimiş Filament Üretimi / Erimiş Yığma Modellemesi
Baskı hacmi X/Y/Z	300 mm / 300 mm / 300 mm X/Y eksen hareketlerinde triger kayış-kasnak, Z eksen hareketinde vidalı mil kullanılmaktadır.
Katman çözünürlüğü	50 – 400 mikron (0.4 mm nozzle)
Filament çapı	1.75 mm
Nozul çapı	0.2, 0.4, 0.6, 0.8 mm
Baskı yüzeyi	Borosilikat Cam + Buildtak
Filament türleri	PLA / ABS / CPE / FLEX / NYLON
Bilgisayar yazılımı	
Birlikte verilen yazılım	Zaxe XDesktop Yazılımı
Dosya türleri	STL / OBJ / DAE / AMF
Desteklenen işletim sistemi	Windows / Mac
Dosya aktarımı	Wifi – Ethernet – USB Port
Elektrik	
AC girişi	100 - 240 V - 2A, 50 / 60 Hz
Enerji Tüketimi	~500 Watt ABS Baskı, ~300 Watt PLA Baskı
Fiziksel boyutlar	
Masaüstü alanı L/W/H	550 mm / 570 mm / 715 mm
Ağırlık	45 kg
Sıcaklık	
Ortam çalışma sıcaklığı	20 - 50 °C
Nozul çalışma sıcaklığı	Max 320 °C
Isıtmalı tabla çalışma sıcaklığı	Max 110 °C

Basma numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı [8] kullanılmıştır. Belirtilen standart ölçülerindeki basma numunesi 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında SolidWorks 2016 CAD yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır (Şekil 2). 3 tip hücre genişliğinde

ve her hücre genişliğine göre farklı hücre duvar kalınlığında tasarımlar yapılmıştır. Sırasıyla 6mm, 9mm, 12mm hücre genişliği 0.8mm, 1.2mm, 1.6mm hücre duvarı kalınlığında tasarımları yapılmıştır. Numunelerin dış ölçüleri 75mm x 75mm olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Solidworks 2016 CAD Tasarımı

Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapabilmek için herhangi bir CAM yazılımı ile üretimi yapılacak tasarımın G-kodlarının oluşturulması gerekmektedir. SolidWorks 2016 CAD yazılımı ile 3 boyutlu olarak tasarımı yapılan basma numunesinin G-kodlarının oluşturulmasında Zaxe markasının kendi yazılımı olan X Desktop CAM yazılımı kullanılmıştır. X Desktop yazılımında öncelikle 3 boyutlu yazıcı seçimi yapılmış (Zaxe Z1 Plus) ve SolidWorks 2016 CAD yazılımında ".stl" uzantısıyla farklı kaydedilmiş (".stl" uzantısıyla farklı kaydetme sırasında çözünürlük ayarlarından sapma toleransı ve açı toleransı değerleri maksimum hassasiyette çözünürlük sağlanması için en küçük değerlere ayarlanmıştır) olan basma numunesi tasarımı açılmıştır. Tasarımın yazıcı tablası üzerindeki konumu, açısı vb. ayarlar yapıldıktan sonra Tablo 2'de belirtilen parametreler seçilerek tasarımın G-kodları oluşturulmuştur. Bu parametreler X Desktop CAM yazılımında Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı için varsayılan parametrelerdir. Oluşturulan G-kodları USB bellek yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.

Tablo 2. X Desktop CAM yazılımında seçilen parametreler

Yazıcı	Zaxe Z1 Plus
Malzeme	ABS (Esun Marka)
Filament çapı	1.75 mm
Katman kalınlığı	0.2 mm
Duvar kalınlığı	1
Üst/Alt kalınlığı	0
Dolgu yoğunluğu	%100
Dolgu deseni	Lines
Yazdırma hızı	60 mm/s
Boşta gezme hızı	120 mm/s

Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcıda öncelikle baskı tablasının manuel olarak kalibrasyonu yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıya Esun marka ABS siyah renkli filament takılmıştır. Tüm basma numuneleri aynı malzemeden kullanılarak üretilmiştir. Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcının baskı tablasının sıcaklığı ABS malzeme kullanıldığından 100°C'ye (Esun marka ABS malzemelerin ürün etiketlerinde belirtilen değere) ayarlanmıştır. 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı ABS malzemeden dolayı 260°C'ye (220-260ºC Esun ABS ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı)

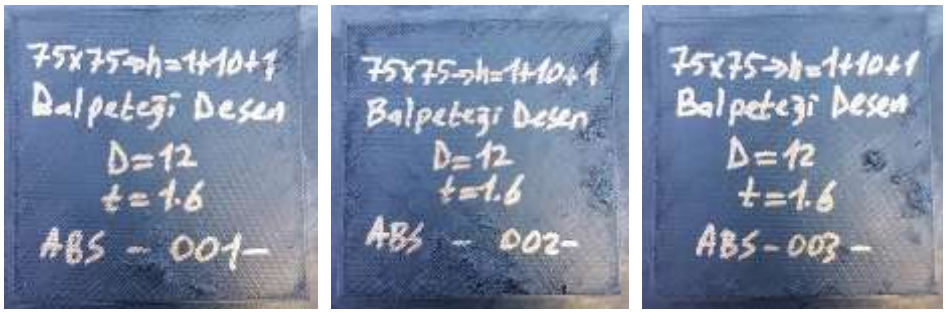
ayarlanmıştır. Her bir hücre genişliği için 3'er adet olmak üzere toplam 9 adet basma numunesi üretilmiştir. Üretilen numuneler Şekil 3'de gösterilmiştir.



(a) ABS Malzeme D=6mm, t=0.8mm



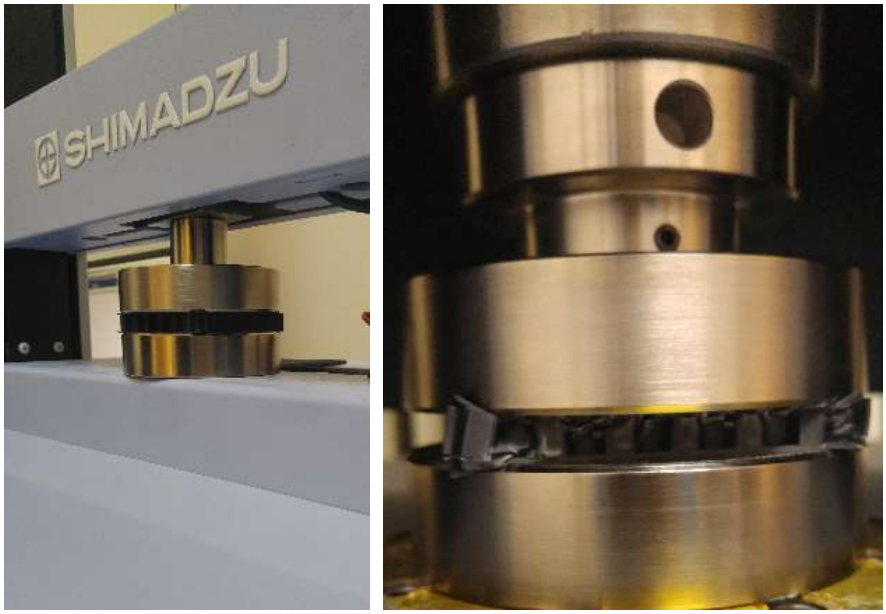
(b) ABS Malzeme D=9mm, t=1.2mm



(c) ABS Malzeme D=12mm, t=1.6mm

Şekil 3. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen numuneler

Üretilen basma numunelerinin ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri KERN PLS 6200-2A (kapasite: 6,200 g, hassasiyet: 0.01 g) hassas terazi ile yapılmıştır. Ayrıca üretilen numunelere basma testi yapılmış olup, şekil 4'de basma testi görüntüleri verilmiştir. Basma testleri 100 kN kapasiteli Shimadzu AGS-100kNX basma test cihazıyla yapılmıştır. Testler 0.5mm/dk hızda ve ASTM C365-16 standardı seçilerek yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS malzeme kullanılarak farklı hücre boyutlarında üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 4. Shimadzu basma test cihazındaki test görüntüleri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Zaxe Z1 Plus) ile ABS malzeme kullanılarak, 3 farklı hücre genişliğinde 3'er adet olmak üzere toplam 9 adet basma numuneleri üretilmiştir. Üretilen basma numunelerinin ağırlıkları ölçülmüş ve numunelere basma testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS filament kullanılarak farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Test numunelerinin ağırlıkları Tablo 3'de verilmiştir. Tablodan numunelerin ağırlıkları arasında çok az fark olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Test numunelerinin ağırlıkları

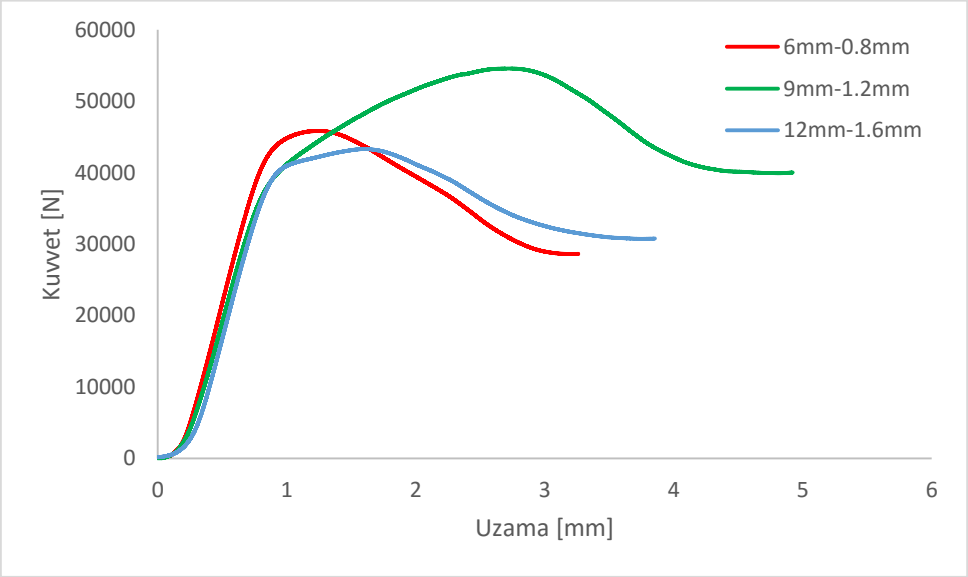
Deney Adı	Ağırlık (g)
ABS_Bal-Peteği_D=6_t=0.8_001	23.26
ABS_Bal-Peteği_D=6_t=0.8_002	23.28
ABS_Bal-Peteği_D=6_t=0.8_003	23.40

ABS_Bal-Peteği_D=9_t=1.2_001	22.80
ABS_Bal-Peteği_D=9_t=1.2_002	22.69
ABS_Bal-Peteği_D=9_t=1.2_003	22.83
ABS_Bal-Peteği_D=12_t=1.6_001	22.59
ABS_Bal-Peteği_D=12_t=1.6_002	22.65
ABS_Bal-Peteği_D=12_t=1.6_003	22.58

Tablo 4'de test numunelerinin 3 farklı hücre genişliğindeki basma mukavemetleri verilmiştir. Basma testlerinden Şekil 5'te gösterilen kuvvet-uzama eğrileri elde edilmiştir. Grafik incelendiğinde 6mm-9mm-12mm hücre genişliklerinde elastik bölgelerin benzer olduğu, en yüksek basma mukavemet değerinin 9mm-1.2mm olan boyutlardaki numunede olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Test numunelerinin basma dayanımı değerleri

Deney Adı	Basma Dayanımı (N)
ABS_Bal-Peteği_D=6_t=0.8	45842
ABS_Bal-Peteği_D=9_t=1.2	54583
ABS_Bal-Peteği_D=12_t=1.6	43317



Şekil 5. Farklı hücre genişliğinde üretilen numunelerin kuvvet-uzama eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada; aynı parametrelerde ABS 1.75 mm çapındaki filament kullanılarak Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcıda 3 farklı hücre genişliğinde toplam 9 bal peteği kompozit sandviç plaka üretilmiştir. Üretilen numunelerin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı kullanılmıştır. Üretilen basma numunelerinin ağırlıkları ölçülmüş ve numunelere basma testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde ABS filament kullanılarak farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin ağırlıklarının neredeyse aynı olduğu tespit edilmiştir.

2- Farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin kuvvet-uzama grafiklerinde elastik bölgelerin çakışık olduğu tespit edilmiştir.

3- Hücre genişliği 9mm-1.2mm olan numunelerde en yüksek basma mukavemet değeri tespit edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği ile İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümlerine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

[1] Ashmead, M., Bedus, O. ve Bradley, S., (2000), Advanced materials for enhanced automotive safety. Automotive Composites and Plastics Conference.

[2] Hong, S., Pan, J., Tyan, T. ve Prasad, P., (2006), Quasi-static crush behavior of aluminum honeycomb specimens under non-proportional compression-dominant combined loads, International Journal of Plasticity, 22 (6), 1062-1088.

[3] Bekem, A., Ercan, Doğu, M., Ünal, A., (2011), Uçak Sanayiinde Kullanılan Bal Peteği Kompozitlerin Mekanik Davranışlarının İncelenmesi, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Turkey, 475-480.

[4] Asadi, M., Shirvani, H., Sanaei, E. ve Ashmead, M., (2006), A simplified model to simulate crash behavior of honeycomb, Proceedings of the International conference on Advanced Design and Manufacture, Harbin, China.

[5] Heimbs, S., Cichosz, J., Kilchert, S., Klaus, M., (2009), Sandwich Panels With Cellular Cores Made Of Folded Composıte Material: Mechanical Behaviour And Impact Performance.

[6] Heimbs, S. Kilchert S., Fischer, S., Klaus M., Baranger, E., (2009) Sandwich Structures With Folded Core: Mechanical Modeling And Impact Simulations, Seico 09 Sample Europe 30th. International Jubilee Conference and Forum, Session 5B, 324-331.

[7] Zaxe Z1 Plus Teknik Bilgi Formu https://zaxe.com/tr/z1plus/ (url erişim tarihi:25.11.2019).

[8] Standard Test Method for Flatwise Compressive Properties of Sandwich Cores ASTM C365-16, (2004). ASTM International-Standards Worlwide.

LONG TIME BEHAVIOR OF THE HYPERBOLIC-TYPE EQUATION WITH LOGARITHMIC SOURCE TERM

Erhan Pişkin

Assoc. Prof., Dicle University, Department of Mathematics

Nazlı Irkıl

Phd Student, Mardin Said Nursi Anatolian High School

ABSTRACT

We consider the existence globally in time and long time behavior with logarithmic source term with damping term. We established our proof using the potential well method and Logarithmic Sobolev inequality.

Keywords: Existence, Logarithmic nonlinearity, Decay estimate, Growth.

Mathematics Subject Classification (2010): 35A01, 35B40, 35L25.

1. INTRODUCTION

In this paper, we study the following fourth order hyperbolic equation with logarithmic nonlinearity

$$\begin{cases} u_{tt} + \Delta^2 u - \Delta u + u + u_t = kuln|u|, \quad x \in \Omega, \quad t > 0 \\ u(x,0) = u_0(x), \quad u_t(x,0) = u_1(x), \quad x \in \Omega, \\ u(x,t) = \frac{\partial}{\partial v} u(x,t) = 0, \quad x \in \partial\Omega, \quad t > 0, \end{cases} \tag{1}$$

where $\Omega \subset R^3$ is a bounded domain with smooth boundary $\partial\Omega$, k is the smallest positive constant.

This type of problems has many applications in many branches physics, such as quantum mechanics, nuclear physics, supersymmetric field theories, optics and geophysics [2,3,4,6,11]

In [5], Cazenave and Haraux studied the existence of the solution following equation

$$u_{tt} - \Delta u + u = kuln|u|$$

in R^3. Later, Gorka [6] studied the global existence of the solution the above equation in the one dimensional case. Furthermore, existence of the solutions heve been studied in [1,2,3].

Hiramatsu et al. [9] is introduced the following equation

$$u_{tt} - \Delta u + |u|^2 u + u_t = 2uln|u|$$

They studying the dynamics of Q-ball in theoretical physics. studies. In[8], Han showed the global existence of weak solutions to the initial boundary value problem in R^3.

Recently, Hu et al. [14] studied exponential growth and decay estimates of the solutions for Eq. (1), without the fourth-order term ($\Delta^2 u$). Al-Gharabli and Messaoudi [12,13] proved existence and decay of the solutions for Eq. (1), without the Δu term.

Motivated by the above studies, we established the local and global existence, growth and decay estimates of the solution for problem (1).

The rest of our work is organized as follows. In section 1, we established the global existence of the solutions of the problem. The growth of the solution (Blow up property in infinity time) and decay estimates result are presented in section 2 and section 3, respectively.

1. POTENTIAL WELL

In this section we study global existence of problem (1). We prove a global existence result using the potential wells corresponding to the logarithmic nonlinearity.

Lemma 1. [7] (Logarithmic Sobolev Inequality). Let u be any function $u \in {H_0}^1(\Omega)$ and $\alpha > 0$ be any number

$$\int_\Omega ln|u|u^2 dx < \frac{1}{2}\|u\|^2 ln\|u\|^2 + \frac{\alpha^2}{2\pi}\|\nabla u\|^2 - (1 + ln\alpha)\|u\|^2.$$

Corollary 2. Let u be any function $u \in H_0^2(\Omega), \Omega \subset R^3$ be a bounded smooth domain and $a > 0$ be any number and where $c_p$is the smallest positive number satisfying

$$\|\nabla u\|^2 \le c_p\|\Delta u\|^2, \ \forall u \in H_0^2(\Omega).$$

Then, we obtain

$$\int_\Omega \ ln|u|u^2 dx \le +\frac{1}{2} ln\, u\|u\|^2 + \frac{\alpha^2}{2\pi}\|\Delta u\|^2 - (1 + ln\alpha)\|u\|_2^2 \qquad (3)$$

Now, we define the following functionals

$$E(t) = \frac{1}{2}\|u_t\|^2 + \frac{1}{2}\|\Delta u\|^2 + \frac{1}{2}\|\nabla u\|^2 + \frac{1}{2}\|u\|^2 - \frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2 dx + \frac{k}{4}\|u\|^2. \qquad (4)$$

$$J(t) = \frac{1}{2}\|\Delta u\|^2 + \frac{1}{2}\|\nabla u\|^2 + \frac{1}{2}\|u\|^2 - \frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2 dx + \frac{k}{4}\|u\|^2 \qquad (5)$$

$$I(t) = \|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2 - k\int_\Omega ln|u|u^2 dx \qquad (6)$$

Lemma 3. $E(t)$ is a nonincreasing function of $t \ge 0$

$E'(t) = -\|u_t\|^2 \le 0.$

Proof. We show that $E'(t) = -\|u_t\|^2 \le 0$. Multiplying the equation (1) by u_t and integrating on Ω we have

$$\int_\Omega u_{tt}u_t dx + \int_\Omega \Delta u \Delta u_t dx + \int_\Omega \nabla u \nabla u_t dx + \int_\Omega u_t u_t dx + \int_\Omega u u_t dx = \int_\Omega k u ln|u| u_t dx,$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega |u_t|^2 dx\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega |\Delta u|^2 dx\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega |\nabla u|^2 dx\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega |u|^2 dx\right) + \frac{d}{dt}\left(-\frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2 dx + \frac{k}{4}\|u\|^2\right) = -\|u_t\|^2,$$

$$\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}\|u_t\|^2 + \frac{1}{2}\|\Delta u\|^2 + \frac{1}{2}\|\nabla u\|^2 + \frac{1}{2}\|u\|^2 - \frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2 dx + \frac{k}{4}\|u\|^2\right] = -\|u_t\|^2,$$

$$E'(t) = -\|u_t\|^2.$$

Integrate by parts we obtain

$$E(t) < E(0)$$

Then, it is obvious that from (4), (5) and (6)

$$J(t) = I(t) + \frac{k}{4}\|u\|^2 \quad (7)$$

and

$$E(t) = \frac{1}{2}\|u_t\|^2 + J(t) \quad (8)$$

According to the Logarithmic Sobolev inequality, $J(u)$ and $I(u)$ are well defined.

$$0 < d = inf\{supJ(\lambda u): u \in H_0^2(\Omega), \|\Delta u\| \neq 0\} \quad (9)$$

and the well-known Nehari manifold

$$N = \{u \in H_0^2(\Omega): I(u) = 0, \|\Delta u\| \neq 0\}, \quad (10)$$

$$0 < d = \inf_{u \in N} J(u). \quad (11)$$

Then, we introduce

$$W = \{u \in H_0^2(\Omega): I(u) > 0, J(u) < d\} \cup \{0\}.$$

Lemma 4. For any $u \in H_0^2(\Omega), \|u\| \neq 0$ and let $g(\lambda) = J(\lambda u)$. Then we have

$$I(\lambda u) = \lambda g'(\lambda) = \begin{cases} > 0, & 0 \leq \lambda < \lambda^* \\ = 0, & \lambda = \lambda^* \\ < 0, & \lambda < \lambda^* < \infty \end{cases}$$

where

$$\lambda^* = exp\left(\frac{\|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2 - \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx}{k\|u\|^2}\right).$$

Proof

By the defination of $J(u)$, we obtain

$$\begin{aligned} g(\lambda) &= J(\lambda u) \\ &= \frac{1}{2}\|\lambda\Delta u\|^2 + \frac{1}{2}\|\lambda\nabla u\|^2 + \frac{1}{2}\|\lambda u\|^2 \\ &- \frac{k}{2}\int_\Omega ln|\lambda u|(\lambda u)^2 dx + \frac{k}{4}\|\lambda u\|^2 \\ &= \frac{\lambda^2}{2}(\|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2) - \frac{k\lambda^2}{2}\int_\Omega ln|u|u^2 dx \\ &+ \frac{\lambda^2}{2}\left(1 + \frac{k}{2} - kln|\lambda|\right)\|u\|^2 . \end{aligned}$$

Since $\|u\| \neq 0, \lim_{\lambda \to 0} g(\lambda) = 0, \lim_{\lambda \to \infty} g(\lambda) = -\infty$. Now, differentiating $g(\lambda)$ with respect to λ, we have

$$\begin{aligned} g'(\lambda) &= \lambda(\|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2) \\ &+ \lambda\|u\|^2(1 - kln\lambda) - k\lambda\int_\Omega ln|u|u^2 dx. \end{aligned}$$

We can see clearly that

$$\lambda\frac{dJ(\lambda u)}{d\lambda} = \lambda g'(\lambda) = I(\lambda u).$$

We can derive $I(\lambda u) = 0$ when

$$\lambda^* = exp\left(\frac{\|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2 - \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx}{k\|u\|^2}\right).$$

Thus, we have

$$I(\lambda u) = \lambda g'(\lambda) = \begin{cases} > 0, & 0 \leq \lambda < \lambda^* \\ = 0, & \lambda = \lambda^* \\ < 0, & \lambda < \lambda^* < \infty \end{cases}$$

Lemma 5. Let $u \in H_0^2(\Omega)$ and $l = e^{\frac{2}{k}+2}\frac{2\pi}{k}$,
i) if $0 < \|u\|^2 < l$, then $I(u) > 0$;
ii) if $I(u) = 0$ and $\|u\| \neq 0$, then $\|u\|^2 > l$;
iii) the constant d in (9) satisfies

$$d \geq \frac{\pi}{k} e^{\frac{2}{k}+2}.$$

Proof Thanks to Logarithmic Sobolev Inequality to the last term of the $I(u)$ function, we have

$$\begin{aligned} I(u) &= \|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2 - \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx, \\ &\geq \|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2 - \frac{k}{2}\|u\|^2 ln\|u\|^2 \\ &\quad - \frac{ka^2}{2\pi}\|\nabla u\|^2 + k(1+ln\,a)\|u\|^2, \\ &\geq (1 - \frac{ka^2}{2\pi})\|\nabla u\|^2 + (1 + k(1+ln\,a) - \frac{k}{2} ln\|u\|^2)\|u\|^2 \end{aligned} \quad (12)$$

Taking any a satisfying $0 < a \leq \sqrt{\frac{2\pi}{k}}$ in (12), we have

$$I(u) \geq (1 + k(1 + ln\sqrt{\frac{2\pi}{k}})) - \frac{k}{2} ln\|u\|^2)\|u\|^2. \quad (13)$$

i) If $0 < \|u\|^2 < l$, then $I(u) > 0$ from the above inequality.
ii) if $I(u) = 0$ and $\|u\| \neq 0$, then

$$\|u\|^2 \geq e^{\frac{2}{k}+2}\frac{2\pi}{k} = l$$

iii) Because of (9), we write

$$\sup_{\lambda \geq 0} J(\lambda u) = J(\lambda^* u) = \frac{1}{2} I(\lambda^* u) + \frac{k}{4}(\lambda^*)^2\|u\|^2 \quad (14)$$

By the Lemma 4 and (14), we obtain

$$0 = I(\lambda^* u) \geq (1 + k(1 + ln\sqrt{\frac{2\pi}{k}})) - \frac{k}{2} ln\|\lambda^* u\|^2)\|\lambda^* u\|^2.$$

Therefore; we have

$$\begin{aligned} 0 &\geq (1 + k(1 + ln\sqrt{\frac{2\pi}{k}})) - \frac{k}{2} ln\|\lambda^* u\|^2) \\ ln\|\lambda^* u\|^2 &\geq \frac{2}{k} + 2 + 2ln\sqrt{\frac{2\pi}{k}}, \\ \|\lambda^* u\|^2 &\geq l = e^{\frac{2}{k}+2}\frac{2\pi}{k}. \end{aligned} \quad (15)$$

Thus (9), 14) and (15), we obtain

$$d \geq \frac{\pi}{k} e^{\frac{2}{k}+2}.$$

Lemma 6. Let $(u_0, u_1) \in H_0^2(\Omega) \times L^2(\Omega)$ and $l = e^{\frac{2}{k}+2}\frac{2\pi}{k}$ such that $0 < E(0) < \frac{k}{4} l < d$ and $I(u_0) > 0$. Then any solution of (1), $u \in W$.

Proof Let T be maximal existence time of weak solution of u. From (8) and Lemma 3, we have

$$\frac{1}{2}\|u_t\|^2 + J(u) \leq \frac{1}{2}\|u_1\|^2 + J(u_0) < d, \forall t \in [0, T). \quad (16)$$

Then we claim that $u(t) \in W$ for all $t \in [0,T)$. If it is false, then there is a $t_0 \in [0,T)$ such that $u(t_0) \in \partial W$, so we have
(a) either $I(u(t_0)) = 0$ and $\|\Delta u(t_0)\| \neq 0$, or (b) $J(u(t_0)) = d$.
By (16), (b) is impossible, thus we have $I(u(t_0)) = 0$ and $\|\Delta u(t_0)\| \neq 0$. However, at least one $J(u(t_0)) \geq d$ exists if $0 < d = \inf_{u \in N} J(u)$. Because of this contradiction, $u(t) \in W$ is found for $\forall t \in [0,T)$.

2. GROWTH OF SOLUTION

In this section, we will prove exponential growth of solutions to problem (1).

Theorem 7. Let $u_0 \in W, u_1 \in L^2(\Omega)$ and $0 < E(0) < \frac{k}{4} l < d$, solution of problem have a exponential growth in the $H_0^2(\Omega)$ norm.

Proof: Let $u(t,x)$ be a weak solution of problem (1). We define

$$H(t) = E_1 - E(t) \tag{17}$$

where

$$0 < E_1 < \frac{k}{4} l < d \, .$$

Using the defination of $E(t)$ and (17), we have

$$H'(t) = -E'(t) = \|u_t\|^2 > 0, \tag{18}$$

hence we have

$$H(t) \geq H(0) = E_1 - E(0) > 0.$$

Set

$$L(t) = H(t) + \varepsilon \int_\Omega u u_t dx + \frac{\varepsilon}{2} \|u\|^2, \ \forall t \geq 0 \tag{19}$$

where $\varepsilon > 0$ is a sufficiently small number to be determined later. Then, differentiating $L(t)$ with respect to t, we have

$$\begin{aligned} L'(t) &= H'(t) + \varepsilon \int_\Omega u u_{tt} dx + u_t^2) dx + \varepsilon \int_\Omega u u_t dx \\ &= H'(t) + \varepsilon \int_\Omega u_t^2 dx + \varepsilon \int_\Omega u u_t dx \\ &+ \varepsilon \int_\Omega (ln|u|^k u^2 dx - \Delta^2 u + \Delta u - u - u_t) u \\ &= (1+\varepsilon)\|u\|^2 - \varepsilon(\|\Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2) + \varepsilon \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx \end{aligned} \tag{20}$$

Adding and subtracting $\varepsilon\beta H(t)$ into (20) where β is a positive constant, we obtain

$$\begin{aligned} L'(t) &= \varepsilon\beta H(t) - \varepsilon\beta E_1 + \left(1 + \varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2}\right) \|u_t\|^2 \\ &+ \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \|\Delta u\|^2 + \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \|\nabla u\|^2 + \frac{k\beta\varepsilon}{4} \|u\|^2 \\ &+ \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \|u\|^2 - \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx \\ &= \varepsilon\beta H(t) + \left(1 + \varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2}\right) \|u_t\|^2 + \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \|\Delta u\|^2 \\ &+ \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \|\nabla u\|^2 + \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \|u\|^2 + \frac{k\beta\varepsilon}{4} \|u\|^2 \\ &- \varepsilon \left(\frac{\beta-2}{2}\right) \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx - \beta\varepsilon E_1. \end{aligned} \tag{21}$$

Because of $u_0 \in W$ and Lemma 5 we get $u \in W$ and $I(u) > 0$, then $\|u\|^2 > l$. Note that $E_1 < \frac{k}{4} l < \frac{k}{4}\|u\|^2$, combining it with (21) and we apply Logarithmic Sobolev Inequality, we have

$$\begin{aligned} L'(t) &\geq \varepsilon\beta H(t) + \left(1 + \varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2}\right)\|u_t\|^2 + \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)\|\Delta u\|^2 \\ &\quad + \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)\|\nabla u\|^2 + \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)\|u\|^2 - \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)\int_\Omega ln|u|^k u^2 dx \\ &\geq \varepsilon\beta H(t) + \left(1 + \varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2}\right)\|u_t\|^2 \\ &\quad + \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)\left(1 - \frac{ka^2}{2\pi}\right)\|\nabla u\|^2 + \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)\|\Delta u\|^2 \\ &\quad + \varepsilon\left(\frac{\beta-2}{2}\right)[1 - (-\frac{k}{2} ln\|u\|^2 + k(1 + ln\, a))]\|u\|^2. \end{aligned} \tag{22}$$

By taking

$$1 - \frac{ka^2}{2\pi} > 0 \Rightarrow \frac{2\pi}{k} > a^2,$$

$$-\frac{k}{2} ln\|u\|^2 + k(1 + ln\, a) < 0,$$

$$\|u\|^2 > ae$$

and

$$\frac{\beta-2}{2} \geq 1 \Rightarrow \beta \geq 4.$$

Consequently (22) becomes

$$L'(t) \geq \theta[\|\nabla u\|^2 + \|\Delta u\|^2 + \|u\|^2 + \|u_t\|^2 + H(t)], \tag{23}$$

where

$$\theta = min\{\|\nabla u\|, \|\Delta u\|, \|u\|, \|u_t\|, H(t)\},$$

so $\theta > 0$ is the minimum of the coefficients of $\|\nabla u\|^2, \|\Delta u\|^2, \|u\|^2, \|u_t\|^2, H(t)$ for some $\varepsilon > 0$.

On the other hand, by the Hölder and Young inequalities in (19), we obtain

$$\begin{aligned} L(t) &\leq H(t) + \frac{\varepsilon}{2}(\|u\|^2 + \|u_t\|^2) + \frac{\varepsilon}{2}\|u\|^2 \\ &\leq C_1[\|\nabla u\|^2 + \|\Delta u\|^2 + \|u\|^2 + \|u_t\|^2 + H(t)]. \end{aligned} \tag{24}$$

By combining of (23) and (24), we get

$$L'(t) \geq C_1 L(t). \tag{25}$$

Integrating the (25) between 0 to t, we have

$$L(t) \geq L(0)e^{C_1 t}$$

This completes the proof.

3) DECAY OF SOLUTION

In this section, we will prove decay of solutions to problem (1). For this purpose, we use the Lyapunov functional

$$L(t) = E(t) + \varepsilon\int_\Omega u u_t dx + \frac{\varepsilon}{2}\int_\Omega u^2 dx, \tag{26}$$

where ε is a positive constant. We will show the $L(t)$ and $E(t)$ are equivalent:

Lemma 8. For $\varepsilon > 0$ small enough, the relation

$$\beta_1 L(t) \leq E(t) \leq \beta_2 L(t) \tag{27}$$

holds for two positive constants β_1 and β_2.

We can choose ε small enough such that $L \sim E$.

Theorem 9. Let $u_0 \in W, u_1 \in L^2(\Omega)$. Assume further $0 < E(0) < \alpha l < d$, where

$$l = \frac{2\pi}{k} e^{\frac{2}{k}+2} \text{ and } 0 < \alpha < \frac{k}{2}(k/2)e^{-\frac{2}{k}-2}$$

then there exist two positive constants c_1 and $c_2$such that

$$0 < E(t) \leq c_1 e^{-c_2 t}, t \geq 0.$$

Proof: By takin the time derivative of the $L(t)$ and using Eq. (1), we obtain

$$\begin{aligned} L'(t) &= E'(t) + \varepsilon \int_\Omega (uu_{tt} + u_t^2)dx + \varepsilon \int_\Omega uu_t dx \\ &= (\varepsilon - 1)\|u_t\|^2 + \varepsilon \int_\Omega ln|u|^k u^2 dx \\ &\quad -\varepsilon(\| \Delta u\|^2 + \|\nabla u\|^2 + \|u\|^2). \end{aligned} \tag{28}$$

Adding and subtracting $\varepsilon\beta E(t)$ into (28) where β is a positive constant, we get

$$\begin{aligned} L'(t) &= \left(\varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2} - 1\right)\|u_t\|^2 + \varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\| \Delta u\|^2 \\ &\quad +\varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\|\nabla u\|^2 + \varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\|u\|^2 \\ &\quad +\varepsilon\left(1 - \frac{\beta}{2}\right)\int_\Omega ln|u|^k u^2 dx + \frac{k\varepsilon\beta}{4}\|u\|^2 - \varepsilon\beta E(t). \end{aligned} \tag{29}$$

By the Logarithmic Sobolev inequality, we have

$$\begin{aligned} L'(t) &\leq \left(\varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2} - 1\right)\|u_t\|^2 - \varepsilon\beta E(t) + \varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\| \Delta u\|^2 \\ &\quad +\varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\|\nabla u\|^2 + \varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\|u\|^2 + \frac{k\varepsilon\beta}{4}\|u\|^2 \\ &\quad +k\varepsilon\left(1 - \frac{\beta}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\|u\|^2 ln\|u\|^2 + \frac{a^2}{2\pi}\|\nabla u\|^2 - (1 + ln\, a)\|u\|^2\right), \\ &= \left(\varepsilon + \frac{\beta\varepsilon}{2} - 1\right)\|u_t\|^2 - \varepsilon\beta E(t) + \varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\| \Delta u\|^2 \\ &\quad +\varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\left(1 - \frac{ka^2}{2\pi}\right)\|\nabla u\|^2 \\ &\quad +\varepsilon\left[\frac{\beta k}{4} + \frac{\beta}{2} - 1 + k\left(1 - \frac{\beta}{2}\right)\left(\frac{1}{2} ln\|u\|^2 - (1 + ln\, a)\right)\right]\|u\|^2. \end{aligned}$$

Noting that $\frac{\beta}{2} - 1 < 0$ since $0 < \beta < 1$, and $\varepsilon > 0$ sufficiently small so that

$$\varepsilon + \frac{\varepsilon\beta}{2} - 1 < 0,$$

we get

$$\begin{aligned} L'(t) &\leq -\varepsilon\beta E(t) + \varepsilon\left(\frac{\beta}{2} - 1\right)\left(1 - \frac{ka^2}{2\pi}\right)\|\nabla u\|^2 \\ &\quad +\varepsilon\left[\frac{\beta k}{4} + \frac{\beta}{2} - 1 + k\left(1 - \frac{\beta}{2}\right)\left(\frac{1}{2} ln\|u\|^2 - (1 + ln\, a)\right)\right]\|u\|^2. \end{aligned} \tag{30}$$

Using (4), (5), Lemma 3 and assumption in the Theorem 9, we have

$$ln\|u\|^2 \leq ln\left(\frac{4}{k}E(t)\right) \leq ln\left(\frac{4}{k}E(0)\right) \leq ln\left(\frac{4}{k}\alpha l\right) = ln\left(\frac{4\pi}{k^2}\alpha e^{\frac{2}{k}+2}\right)$$

Taking α satisfying

$$\frac{2\sqrt{\pi}}{k}\alpha^{\frac{1}{2}} e^{\frac{1}{k}+1} < a \leq \frac{\sqrt{2\pi}}{k}$$

we guarantee

$$\left(\frac{1}{2} ln\|u\|^2 - (1 + ln\, a)\right) \geq 0.$$

Finally, we choose k small enough so that

$$\frac{\beta k}{4} + \frac{\beta}{2} - 1 < 0$$

Consequently, inequality (30) becomes

$$L'(t) \leq -\varepsilon\beta E(t).$$

By (27), we have

$$L'(t) \leq -\varepsilon\beta\beta_2 L(t) \tag{31}$$

setting $c_2 = \varepsilon\beta\beta_2 > 0$ and integrating (31) between $(0, t)$ gives the following estimate

$$L(t) \leq c_1 e^{-c_2 t}$$

Consequently, by using (27) once again. This completes the proof.

REFERENCES

[1] Bartkowski K., Gorka P.: One-dimensional Klein--Gordon equation with logarithmic nonlinearities, J. Phys. A., 41(35) 1-11 (2008)

[2] Bialynicki-Birula I., Mycielski J.: Wave equations with logarithmic nonlinearities, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. Math. Astron. Phys., 23(4) 461-466 (1975)

[3] Bialynicki-Birula I., Mycielski J.: Nonlinear wave mechanics, Ann. Phys., 100(1-2) 62-93 (1976)

[4] Buljan,H., Siber A., Soljacic M., Schwartz T., Segev M., Christodoulides D. N.: Incoherent white light solitons in logarithmically saturable noninstantaneous nonlinear media, Phys. Rev. E (3) 68 (2003)

[5] Cazenave T., Haraux A.: Equations d'evolution avec non linéarité logarithmique, Ann. Fac. Sci. Toulouse 2(1), 21-51 (1980)

[6] Gorka P.: Logarithmic Klein--Gordon equation. Acta Phys. Pol. B 40(1), 59-66 (2009)

[7] Gross L.: Logarithmic Sobolev inequalities. Amer. J. Math. 97(4), 1061-1083 (1975)

[8] Han X.S.: Global existence of weak solutions for a logarithmic wave equation arising from Q-ball dynamics. Bull. Korean Math. Soc. 50(1), 275-283 (2013)

[9] Hiramatsu T., Kawasaki M., Takahashi F.: Numerical study of Q-ball formation in gravity mediation. J. Cosmol. Astropart. Phys., (6) (2010)

[10] Lions J., Quelques methodes de resolution des problems aux limites non lineaires, Dunod Gauthier-Villars, Paris, (1969)

[11] De Martino S., Falanga M., Godano C., Lauro G: Logarithmic Schrödinger-like equation as a model for magma transport, Europhys, 63(3) 472-475 (2003)

[12] Al-Gharabli M.M., Messaoudi S.A.: Existence and a general decay result for a plate equation with nonlinear damping and a logarithmic source term. Journal of Evolution Equations, 18(1) 105-125 (2018)

[13] Al-Gharabli M.M., Messaoudi S.A.: The existence and the asymptotic behavior of a plate equation with frictional damping and a logarithmic source term. J. Math. Anal. Appl., (454) 1114-1128 (2017)

[14] Zhang H.W., Liu G.W., Hu Q.Y.: Asymptotic Behavior for a Class of Logarithmic Wave Equations with Linear Damping. Appl Math Optim., 79 (1), 131-144, (2017)

EXISTENCE FOR THE HIGHER ORDER EQUATION WITH LOGARITHMIC SOURCE TERM

Erhan Pişkin

Assoc. Prof., Dicle University, Department of Mathematics

Nazlı Irkıl

Phd Student, Mardin Said Nursi Anatolian High School

ABSTRACT

The main goal of this paper is to study for a higher-order hyperbolic type equation with logarithmic nonlinearity. We proved local existence of solutions by using Galerkin method and Logarithmic Sobolev inequality,

Keywords: Existence, Logarithmic nonlinearity.

Mathematics Subject Classification (2010): 35A01, 35B40.

1. INTRODUCTION

In this paper, we study the following the initial boundary value problem for higher-order nonlinear equation

$$\begin{cases} u_{tt} + Pu + u + |u_t|^{q-1}u_t = kuln|u|, \quad x \in \Omega, \quad t > 0 \\ u(x,0) = u_0(x), \quad u_t(x,0) = u_1(x), \ x \in \Omega, \\ u(x,t) = \frac{\partial^i}{\partial v^i}u(x,t) = 0, \quad i = 1,2,\dots m-1, \ x \in \partial\Omega, \quad t > 0, \end{cases} \tag{1}$$

(1)

where $P = (-\Delta)^m$, $m \geq 1$ is nature number and $q > 1$ is real number, $\Omega \subset R^3$ is a bounded domain with smooth boundary $\partial\Omega$ and k is the smallest positive constant.

Studies of logarithmic nonlinearity have a long history in physics as it occurs naturally in inflation cosmology, quantum mechanics and nuclear physics [2,3,6]. There is a lot of reference in the literature which interested in applications of logarithmic nonlinerity. The first well known working is introduced by [1] . Later, the motivated of this working a lot mathematicians studied different problem with logarithmic source term see [4,5,8,9,10,11,12,13,14].

The present of our paper is organized as follows: Firstly, we give some notations and lemmas which will be used throughout this paper. In the last section, we established the local existence of the solutions the problem.

2. PRELIMINARIES

In this section we introduce some notations and lemmas which will be need in the proof of our theorem. We will write $\|.\|$ and $\|.\|_p$ denotes the usual $L^2(\Omega)$ norm and $L^p(\Omega)$ norm, respectively. We denote by C and $C_i = (i = 1,2,\dots)$ various positive constants.

(A) The constant k in (1) satisfies $0 < k < k_1$ where k is the positive real number satisfying

$$e^{-\frac{3}{2}-\frac{1}{k_1}} = \sqrt{\frac{2\pi}{k_1}}. \tag{2}$$

Remark 1 The function $f(s)=\sqrt{\frac{2\pi}{s}}\,e^{-\frac{3}{2}-\frac{1}{s}}$ is a continuous and decreasing function on $(0,\infty)$, with

$\lim_{s\to 0^+} f(s)=\infty,\quad \lim_{s\to\infty} f(s)=-e^{-\frac{3}{2}}.$

Then there exist a unique $k_1>0$ such that $f(k_1)=0$.

Therefore;

$$e^{-\frac{3}{2}-\frac{1}{s}}<\sqrt{\frac{2\pi}{s}},\forall s\in(0,k_1). \tag{3}$$

We define energy function as follows

$$E(t)=\frac{1}{2}\|u_t\|^2+\frac{1}{2}\left\|P^{\frac{1}{2}}u\right\|^2-\frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2dx+\frac{k+2}{4}\|u\|^2. \tag{4}$$

Lemma 2 $E(t)$ is a nonincreasing function of $t\geq 0$

$$E'(t)=-\|u_t\|_{q+1}^{q+1}\leq 0. \tag{5}$$

Proof. We show that $E'(t)=-\|u_t\|_{q+1}^{q+1}\leq 0$. Multiplying the equation (1) by u_t and integrating on Ω we have

$$\int_\Omega u_{tt}u_t dx+\int_\Omega P^{\frac{1}{2}}uP^{\frac{1}{2}}u_t dx$$
$$\int_\Omega uu_t dx+\int_\Omega |u_t|^{q-1}u_t u_t dx$$
$$=\int_\Omega kuln|u|u_t dx,$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega |u_t|^2dx\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega \left|P^{\frac{1}{2}}u\right|^2dx\right)$$
$$+\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\int_\Omega |u|^2dx\right)+\frac{d}{dt}\left(-\frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2dx+\frac{k}{4}\|u\|^2\right)$$
$$=-\|u_t\|_{q+1}^{q+1},$$

$$\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}\|u_t\|^2+\frac{1}{2}\left\|P^{\frac{1}{2}}u\right\|^2-\frac{k}{2}\int_\Omega ln|u|u^2dx+\frac{k+2}{4}\|u\|^2\right]$$
$$=-\|u_t\|_{q+1}^{q+1},$$

$$E'(t)=-\|u_t\|_{q+1}^{q+1}.$$

Lemma 3 [7] (Logarithmic Sobolev Inequality). Let u be any function $u\in H_0^1(\Omega),\Omega\subset R^3$ be a bounded smooth domain and $a>0$ be any number. Then,

$$\int_\Omega ln|u|u^2dx\leq+\frac{1}{2}ln\,u\|u\|^2+\frac{\alpha^2}{2\pi}\|\nabla u\|^2-(1+ln\alpha)\|u\|_2^2$$

Corollary 4 Let u be any function $u\in H_0^m(\Omega),\Omega\subset R^3$ be a bounded smooth domain and $a>0$ be any number and where $c_p$is the smallest positive number satisfying

$$\|\nabla u\|^2\leq c_p\left\|P^{\frac{1}{2}}u\right\|^2,\ \forall u\in H_0^m(\Omega).$$

Then, we obtain

$$\int_\Omega ln|u|u^2dx\leq+\frac{1}{2}ln\,u\|u\|^2+\frac{\alpha^2}{2\pi}\left\|P^{\frac{1}{2}}u\right\|^2-(1+ln\alpha)\|u\|_2^2 \tag{6}$$

Lemma [4] (Logarithmic Gronwall Inequality) Let $c > 0, \gamma \in L^1(0,T,R^+)$ and assume that the function w: $[0,T] \to [1,\infty]$ satisfies

$$w(t) \le c\left(1 + \int_0^t \gamma(s)w(s)\ln w(s)\,ds\right), 0 \le t \le T, \quad (7)$$

then

$$w(t) \le ce^{\int_0^t c\gamma(s)ds}, 0 \le t \le T. \quad (8)$$

3. LOCAL EXİSTENCE

In this section we state and prove the local existence result for the problem (1). The proof is based Galerkin method.

Definition 5 A function u defined on $[0,T]$ is called a weak solution of (1) if

$$u \in C\big([0,T): H_0^m(\Omega)\big), \quad u_t \in C([0,T): L^2(\Omega)) \cap \mathrm{L}^{q+1}(\Omega)) \quad (9)$$

and u satisfies

$$\begin{cases} \int_\Omega u_{tt}(x,t)w(x)dx + \int_\Omega P^{\frac{1}{2}}u(x,t)P^{\frac{1}{2}}w(x)dx \\ +\int_\Omega u(x,t)w(x)dx + \int_\Omega u_t(x,t)|u_t(x,t)|^{q-1}w(x)dx \\ = k\int_\Omega u(x,t)ln|u(x,t)|w(x)dx, \end{cases} \quad (10)$$

for w $\in \mathrm{H}_0^m(\Omega)$.

Theorem 6 Let ($\mathrm{u}_0, \mathrm{u}_1$) $\in H_0^m(\Omega)(\Omega) \times \mathrm{L}^2(\Omega) \cap \mathrm{L}^{q+1}(\Omega)$. Then the problem (1) has a global weak solution on $[0,T]$.

Proof. We will use the Faedo-Galerkin method to construct approximate solutions. Let $\{w_j\}_{j=1}^{\infty}$ be an orthogonal basis of the "separable" space $H_0^m(\Omega)$ which is orthonormal in $L^2(\Omega)$. Let

$$V_m = span\{w_1, w_2, \dots, w_m\} \quad (11)$$

and let the projections of the initial data on the finite dimensional subspace V_m be given by

$$u_0^m(x) = \sum_{j=1}^m a_j w_j \to u_0 \; in \; H_0^m(\Omega) \quad (12)$$

$$u_1^m(x) = \sum_{j=1}^m b_j w_j \to u_1 \; in \; \mathrm{L}^2(\Omega) \quad (13)$$

for $j = 1,2,\dots,m$.

We look for the approximate solutions

$$u^m(x,t) = \sum_{j=1}^m h_j^m(t)w_j(x),$$

of the approximate problem in V_m

$$\begin{cases} \int_\Omega \left(u_{tt}^m w + P^{\frac{1}{2}}u^m P^{\frac{1}{2}}w + u^m w + |u_t^m|^{q-1}u_t^m w\right)dx = k\int_\Omega u^m ln|u^m|wdx, \\ u^m(0) = u_0^m = \sum_{j=1}^m (u_0, w_j)\, w_j, \\ u_t^m(0) = u_1^m = \sum_{j=1}^m (u_1, w_j)\, w_j. \end{cases} \quad (14)$$

This leads to a system of ordinary differantial equations for unknown functions $h_j^m(t)$. Based on standard existence theory for ordinary differantial equation, one can obtain functions

$$h_j: [0, t_m] \to R,\ j = 1,2,\ldots,\text{m} \tag{15}$$

which satisfy (14) in a maximal interval $[0, t_m)$, $0 < t_m \leq T$. Next, we show that $t_m = T$ and that the local solution is uniformly bounded independent of m and t. For this purpose, let us replace w by u_t^m in (14) and integrate by parts we obtain

$$\frac{d}{dt}E^m(t) = -\|u_t^m\|_{q+1}^{q+1} \leq 0, \tag{16}$$

where

$$\begin{aligned} E^m(t) &= \frac{1}{2}\|u_t^m\|^2 + \frac{1}{2}\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 + \frac{1}{2}\|u^m\|^2 \\ &\quad -\frac{k}{2}\int_\Omega |u^m|^2 ln|u^m|dx + \frac{k}{4}\|u^m\|^2 . \end{aligned} \tag{17}$$

Integrating (16) with respect to t from 0 to t, we obtain

$$E^m(t) \leq E^m(0). \tag{18}$$

By the Logarithmic Sobolev inequality leads to

$$\begin{aligned} E^m(t) &= \frac{1}{2}\|u_t^m\|^2 + \frac{1}{2}\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 + \frac{k+2}{4}\|u^m\|^2 \\ &\quad -\frac{k}{2}\int_\Omega |u^m|^2 ln|u^m|dx, \\ &\geq \frac{1}{2}\|u_t^m\|^2 + \frac{1}{2}\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 + \frac{k+2}{4}\|u^m\|^2 \\ &\quad -\frac{k}{2}\left[\frac{1}{2}\|u^m\|^2 ln\|u^m\|^2 + \frac{\alpha^2}{2\pi}\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 - (1 + ln\alpha)\|u^m\|^2\right], \\ &= \frac{1}{2}\|u_t^m\|^2 + \left(1 - \frac{k\alpha^2}{2\pi}\right)\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 \\ &\quad + \left[\frac{k+2}{4} - \frac{k}{4}ln\|u^m\|^2 + \frac{k}{2}(1 + ln\alpha)\right]\|u^m\|^2. \end{aligned} \tag{19}$$

Then, using of (19) and taking $C = 2E^m(0)$ we get

$$\begin{aligned} &\|u_t^m\|^2 + \left(1 - \frac{k\alpha^2}{2\pi}\right)\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 \\ &+ \left[\frac{k+2}{2} + k(1 + ln\alpha)\right]\|u^m\|^2 \\ &\leq C + \frac{k}{2}\|u^m\|^2 ln\|u^m\|^2. \end{aligned} \tag{20}$$

Now, choosing

$$e^{-\frac{1}{k}-\frac{3}{2}} < \alpha < \sqrt{\frac{2\pi}{k}}$$

will make

$$\frac{k+2}{2} + k(1 + ln\alpha) > 0 \ \ and\ 1 - \frac{k\alpha^2}{2\pi} > 0$$

This selection is possible thanks to (A). So, we have

$$\|u_t^m\|^2 + \left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 + \|u^m\|^2 < c(1 + \|u^m\|^2 ln\|u^m\|^2). \tag{21}$$

We know that

$$u^m(.,t) = u^m(.,0) + \int_0^t \frac{\partial u^m}{\partial \tau}(.,\tau)d\tau.$$

Then, using Cauchy-Schwarz inequality $(a+b)^2 \leq 2(a^2+b^2)$, we obtain

$$\|u^m(t)\|^2 = \left\|u^m(.,0) + \int_0^t \frac{\partial u^m}{\partial \tau}(.,\tau)d\tau\right\|^2$$
$$\leq 2\|u^m(0)\|^2 + 2\left\|\int_0^t \frac{\partial u^m}{\partial \tau}(.,\tau)d\tau\right\|^2$$
$$\leq 2\|u^m(0)\|^2 + 2T\int_0^t \|u_t^m(\tau)\|^2\, d\tau. \qquad (22)$$

So, using of inequality (21) and (22) we get

$$\|u^m(t)\|^2 \leq 2\|u^m(0)\|^2 + 2Tc(1+\|u^m\|^2 ln\|u^m\|^2). \qquad (23)$$

If we put $C_1 = max\{2\|u^m(0)\|^2, 2Tc\}$, (23) leads to

$$\|u^m\|^2 \leq 2C_1\left(1+\int_0^t \|u^m\|^2 ln\|u^m\|^2\, d\tau\right).$$

Without loss of generality, we take $C_1 \geq 1$, we have

$$\|u^m\|^2 \leq 2C_1\left(1+\int_0^t (C_1+\|u^m\|^2) ln\big((C_1+\|u^m\|^2)\big)\, d\tau\right).$$

Thanks to Logarithmic Gronwall inequality, we obtain

$$\|u^m\|^2 \leq 2C_1 e^{2C_1 t} = C_2.$$

Therefore, from inequality (21), it follows that

$$\|u_t^m\|^2 + \left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 + \|u^m\|^2 \leq C_3 = C(1+C_2 \ln C_2),$$

where C_3 is a positive constant independent of m and t. If these operations (21) are applied to each term of inequality, this implies

$$\max_{t\in(0,t_m)}\|u_t^m\|^2 + \max_{t\in(0,t_m)}\left\|P^{\frac{1}{2}}u^m\right\|^2 + \max_{t\in(0,t_m)}\|u^m\|^2 \leq 4C_3 \qquad (24)$$

So, the approximate solution is uniformly bounded independent of m and t. Therefore, we can extend t_m to T. Moreover, we obtain

$$\begin{cases} u^m, is\ uniformly\ bounded\ in\ \ L^\infty\big(0,T;H_0^m(\Omega)\big), \\ u_t^m, is\ uniformly\ bounded\ in\ \ L^\infty(0,T;L^2(\Omega)\cap \mathrm{L}^{q+1}(\Omega)). \end{cases} \qquad (25)$$

Hence we can infer from (24) and (25) that there exists a subsequence of (u^m) (still denoted by (u^m)), such that

$$\begin{cases} u^m \to u,\ weakly^*\ in\ L^\infty\big(0,T;H_0^m(\Omega)\big), \\ u_t^m \to u_t,\ weakly^*\ in\ L^\infty(0,T;L^2(\Omega)\cap \mathrm{L}^{q+1}(\Omega)), \\ u^m \to u, weakly\ in\ L^2\big(0,T;H_0^m(\Omega)\big), \\ u_t^m \to u_t, weakly\ \ in\ L^2(0,T;L^2(\Omega)\cap \mathrm{L}^{q+1}(\Omega)). \end{cases} \qquad (26)$$

Then using (25) and Aubin-Lions lemma, we have

$$u^m \to u, strongly\ in\ L^2\big(0,T;L^2(\Omega)\big)$$

which implies

$$u^m \to u,\ \ \Omega\times(0,T).$$

Since the map $s \to sln|s|^k$ is continuous, we have the convergence

$$u^m ln|u^m|^k \to uln|u|^k \ , \ \Omega \times (0,T). \tag{27}$$

By the Sobolev embedding theorem $(H_0^1(\Omega) \hookrightarrow L^\infty(\Omega))$, it is clear that $|u^m ln|u^m|^k - uln|u|^k|$ is bounded in $L^\infty(\Omega \times (0,T))$. Next, taking into account the Lebesgue bounded convergence theorem, we have

$$u^m ln|u^m|^k \to uln|u|^k \ strongly \ in \ L^2\big(0,T;L^2(\Omega)\big) \tag{28}$$

We integrate (10) over $(0,t)$ to obtain, $\forall w \in V_m$

$$\begin{aligned} k\int_0^t \int u^m ln|u^m| w dx ds = \int_\Omega u_t^m w dx - \int_\Omega u_1^m w dx \\ + \int_0^t \int_\Omega P^{\frac{1}{2}} u^m P^{\frac{1}{2}} w dx ds + \int_0^t \int_\Omega u^m w dx ds \\ + \int_0^t \int_\Omega |u_t^m|^{q-1} u_t^m w dx ds. \end{aligned} \tag{29}$$

Convergences (26), (28) are sufficient to pass to the limit in (29)

$$\begin{aligned} \int_\Omega u_t w dx = \int_\Omega u_1 w dx - \int_0^t \int_\Omega P^{\frac{1}{2}} u P^{\frac{1}{2}} w dx ds - \int_0^t \int_\Omega uw dx ds \\ - \int_0^t \int_\Omega |u_t|^{q-1} u_t w dx ds \int + k \int_0^t \int_\Omega uln|u| w dx ds. \end{aligned} \tag{30}$$

which implies that (29) is valid $\forall w \in H_0^m(\Omega)$.Using the fact that the terms in the right-hand side of (30) are absolutely continuous since they are functions of t defined by integrals over $(0,t)$, hence it is differentiable for a.e. $t \in R^+$. Thus, differentiating (30), we obtain, for a.e. $t \in (0,T)$ and any $\forall w \in H_0^m(\Omega)$,

$$\begin{aligned} \int_\Omega u(x,t) ln|u(x,t)|^k w(x,t) dx = \int_\Omega u_{tt}(x,t) w(x) dx \\ + \int_\Omega P^{\frac{1}{2}} u(x,t) P^{\frac{1}{2}} w(x) \mathrm{dx} + \int_\Omega u(x,t) w(x) dx \\ + \int_\Omega |u_t|^{q-1}(x,t) u_t(x,t) w(x) dx, \end{aligned} \tag{31}$$

If we take initial data, we note that

$$u^m \to u, weakly \ in \ L^2\big(0,T;H_0^m(\Omega)\big),$$

$$u_t^m \to u_t, weakly \ in \ L^2(0,T;L^2(\Omega) \cap \mathrm{L}^{q+1}(\Omega)).$$

Thus, using Lion's Lemma [10], we have

$$u^m \to u, in \ C\big([0,T];L^2(\Omega)\big).$$

Therefore, $u^m(x,0)$ makes sense and

$$u^m(x,0) \to u(x,0), in \ L^2(\Omega)$$

We have

$$u^m(x,0) \to u_0(x,0), in \ \big(H_0^m(\Omega)\big)$$

Hence

$$u(x) = u_0(x)$$

Now, multiply (10) by $\varphi \in C_0^\infty(0,T)$ and integrate over $(0,T)$, we obtain for $\forall w \in V_m$, and because of

$$(u_t^m\}\varphi(t))' = u_{tt}^m \varphi(t) + u^m \varphi'(t)$$

we get

$$-\int_0^t\int_\Omega u_t^m w\varphi'(t)dx = -\int_0^t\int_\Omega P^{\frac{1}{2}}u^m P^{\frac{1}{2}}w\varphi(t)dxdt - \int_0^t\int_\Omega u^m w\varphi(t)dxdt$$
$$-\int_0^t\int_\Omega |u_t^m|^{q-1}u_t^m w\varphi(t)dxdt$$
$$+k\int_0^t\int_\Omega u^m ln|u^m| w\varphi(t)dxdt.$$

As $\to \infty$, we have for $\forall w \in H_0^m(\Omega)$ and $\varphi \in C_0^\infty(0,T)$

$$-\int_0^t\int_\Omega u_t w\varphi'(t)dx = \int_0^t\int_\Omega P^{\frac{1}{2}}uP^{\frac{1}{2}}w\varphi(t)dxdt - \int_0^t\int_\Omega uw\varphi(t)dxdt$$
$$-\int_0^t\int_\Omega |u_t|^{q-1}u_t w\varphi(t)dxdt$$
$$+k\int_0^t\int_\Omega uln|u| w\varphi(t)dxdt.$$

This means
$u_{tt} \in L^2[0,T), H^{-2}(\Omega),$
on the other hand, because of
$u_{tt} \in L^2[0,T), L^2(\Omega),$
we obtain
$u_{tt} \in C[0,T), H^{-2}(\Omega).$
So that
$u_t^m(x,0) \to u_t(x,0), H^{-2}(\Omega),$
but
$u_t^m(x,0) = u_1^m(x) \to u^1(x), L^2(\Omega).$
Hence
$u_t(x,0) = u_1(x).$
This finished the proof of the theorem.

REFERENCES

[1] Bialynicki-Birula I, Mycielski J, Wave equations with logarithmic nonlinearities, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. Math. Astron. Phys., 23(4) (1975) 461-466

[2] Bialynicki-Birula I, Mycielski J, Nonlinear wave mechanics, Ann. Phys., 100(1--2) (1976) 62-93.

[3] Buljan H, Siber A, Soljacic M, Schwartz T, Segev M, Christodoulides DN, Incoherent white light solitons in logarithmically saturable noninstantaneous nonlinear media, Phys. Rev., (2003) E (3) 68.

[4] Cazenave T, Haraux A, Equations d'evolution avec non linéarité logarithmique, Ann. Fac. Sci. Toulouse 2(1) (1980) 21-51.

[5] Cao Y, Liu C, Initial boundary value problem for a mixed pseudo-parabolic p-Laplacian type equation with logarithmic nonlinerity,Electron. J. Differantial Equations, (116) (2018) 1-19.

[6] Gorka P, Logarithmic Klein--Gordon equation, Acta Phys. Pol. B 40(1), (2009) 59--66.

[7] Gross L., Logarithmic Sobolev inequalities. Amer. J. Math. 97(4), 1061--1083 (1975).

[8] Han XS, Global existence of weak solutions for a logarithmic wave equation arising from Q-ball dynamics, Bull. Korean Math. Soc. 50(1) (2013) 275--283.

[9] Le CN, Le XT, Global solution and blow up for a class of Pseudo p-Laplacian evolution equations with logarithmic nonlinearity, Comput. Math. Appl., 73(9), (2017) 2076-2091.

[10] Messaoudi SA, Al-Gharabli MM, Guesmia A, Well posedness and asymptotic stability results for a viscoelastic plate equation with a logarithmic nonlinearity, Appl. Anal., 1-18 (in press).

[11] Peyravi A, General stability and exponential growth for a class of semi-linear wave equations with logarithmic source and memory terms, Appl. Math. Optim., (2018),1-17

[12] Zhang HW, Liu GW, Hu QY, Asymptotic Behavior for a Class of Logarithmic Wave Equations with Linear Damping, Appl. Math. Optim., 79 (2019) 131-144.

[13] E. Pişkin, N. Irkıl, Mathematical Behavior of Solutions of Fourth-Order Hyperbolic Equation with Logarithmic Source Term, CPOST, 2(1), (2019), 27-36

[14] E. Pişkin, N. Irkıl, Well-posedness results for a sixth-order logarithmic Boussinesq equation, Filomat, 33(12), (2019),(in press).

Temel Yetenek Analizi ve Bir Örnek

İzzettin Hakan KARAÇİZMELİ

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

Özet

Temel yetenekler bir şirketi rakiplerinden farklılaştıran, iyi yönetilirse ciddi rekabet avantajı sağlayabilecek özelliklerdir. Yöneticilerin öncelikle temel yeteneklerinin farkına varmaları, kurum stratejilerini bu doğrultuda belirlemeleri, tüm şirkette farkındalık oluşturmaları ve bu yetenekleri güçlendirerek rekabet avantajına dönüştürmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada temel yetenek kavramından bahsedilmiş, nasıl analiz edilebileceği üzerinde durulmuş ve temel yeteneğini kullanan işletmelere bir örnek verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Temel yetenekler, Rekabet, Strateji

1. GİRİŞ

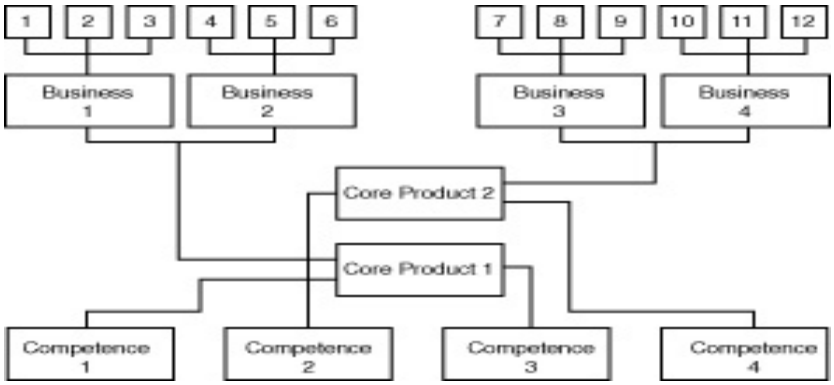
Temel yetenek, bir işletmeyi diğer işletmelerden ayıran; işletmeyi hedeflerine ulaştırmada temel pay sahibi, rakiplerce taklidi zor olan bilgi, beceri ve yeteneklerdir. Yani temel yetenek, işletmeye ciddi bir rekabet avantajı sağlayan, işletme için hayati öneme sahip gizli beceri ve yeteneklerdir [1]. Tracey W.R. (1998), temel yetenek kavramını, bir işi gerçekleştirmek için gereken ve şirketi diğerlerinden ayıran bilgi ve beceri olarak açıklamaktadır [2].

Birçok bilim adamı temel yetenekler konusunda tanımlamalar yapmış, bu konuda çeşitli makaleler ve kitaplar yazmıştır. Bu çalışmaların en değerlilerinden biri de Coimbatore Krishnarao Prahalad ve Gary Hamel' ın birlikte yayımladıkları "Kurumun Temel Yetenekleri (The Core Competence of Corporation)" isimli çalışmadır. Çalışma 1990 yılında Harward Business Review dergisinde yayınlanmıştır. Bu çalışmada kurumların rekabet gücünün olabilmesi için temel yeteneklerin çok önemli olduğu belirtilmiştir. Kurumların öncelikle fark oluşturacak temel yeteneklerini ortaya çıkarması ve bu yönlerini daha da geliştirmeleri gerektiği anlatılmıştır. Bu şekilde oluşturulacak strateji ile rakiplerinin önüne geçebilecekleri belirtilmiştir [3].

2. TEMEL YETENEK ANALİZİ

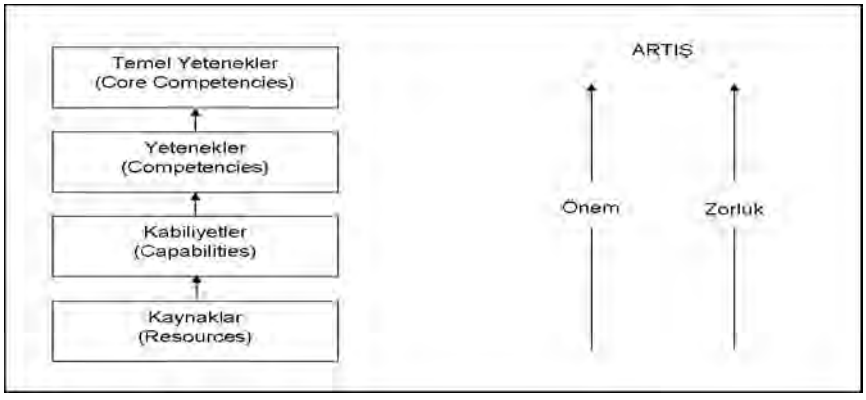
Bakırtaş ve Bakırtaş (2008), Prahalad ve Hamel'in temel yeteneği, işletmenin kendi kişisel teknolojileri ile üretim çıktılarının bir birleşimi olarak tanımladığını anlatmışır [4]. Prahalad ve Hamel' a göre yetenekleri gözeten bir şirkette ağaç benzeri bir yapı vardır. Yetenekler belirlenmiştir. Bu yeteneklerden yola çıkarak temel ürünler ortaya konmuştur. Temel ürünleri baz alarak iş çeşitlendirmesi yapılmış ve iş üniteleri oluşmuştur. Bu ünitelerde de son ürünler üretilmektedir. Şekil – 1 bu yapıyı ifade etmektedir.

Şekil – 1. Yetenekler Ağacı [3]



Bir şirketin temel yeteneklerinin olması önemli bir artıdır. Ancak bu temel yeteneklerin farkında olunması, bunların rekabet avantajı sağlayacak şekilde kullanılması ise daha önemlidir. Çünkü her şirketin diğerlerine göre fark yaratacak temel yetenekleri olmayabilir, buna sahip olanların en üst düzeyde faydalanmaları, sahip olmayanların da bazı temel yetenekleri kendilerinde tesis etmeleri sektörde baskın olabilmek için gereklidir. Şekil – 2' de yetenekler hiyerarşisi görülmektedir. Temel yeteneğe doğru gittikçe bu hem daha önemli hem de sahip olması daha zor bir özellik haline gelmektedir.

Şekil – 2. Şirketin Yetenekler Hiyerarşisi[5]



2.1. Temel Yeteneklerin Özellikleri

Temel yeteneklerin gerçekten de temel yetenek olabilmesi için bir takım özelliklere sahip olması gerekmektedir:

- Rakiplerin kolayca sahip olamayacağı, taklit edemeyeceği türden olmalıdır [6].
- İşletmenin son ürününü meydana getirmeye yaramalıdır [6].
- İşletmenin stratejilerini oluşturmada temel rolü oynamalıdır [6].
- Farklı pazarlara erişim sağlamaya yaramalıdır [6].
- Belirli bilgilerden, kaynaklardan ve süreçlerden oluşan bir karışımı temsil etmelidirler.
- Organizasyonun hakim olabileceği alanlarla ilgili olmalıdır.
- Müşteride değer yaratmalıdır.
- Uzun dönemde kullanılabilir olmalıdır [7].

2.2. Temel Yetenekler ve Şirket Yönetimi

Prahalad ve Hamel (1990) çalışmalarında temel yetenekler konusundan faydalanmak ve farkındalık sağlamak için yapılması gerekenleri üç adımda özetlemişlerdir:

1- Temel Yetenekleri Açıkla: Temel yetenekler açıklandığı zaman, organizasyon rekabet avantajını nasıl sağladığını/sağlayacağını bilir. Kaynaklar buna göre ilgili birimlere aktarılır. Bu aşamada sorulması gereken sorular; "Eğer bu temel yeteneklerimizi kontrol edemezsek pazarı ne kadar daha domine edebiliriz? Bu yeteneğe sahip olmadan hangi fırsatları kaybederiz? Bu yetenek başka sektörlere girmemizi sağlayabilir mi? Bu yetenek müşterinin faydasına mı?", şeklindedir.

2- Temel Yetenekler Tesis Et: Temel yetenekleri tanımladıktan sonra bunların bazı yöntemlerle genişletilmesi gerekir. Bu yöntemler; "İhtiyaç duyulan teknolojiye hemen yatırım yapmak, kaynakları tüm iş birimlerine yaymak ve doldurmak, temel yetenek sağlayacak şekilde stratejik işbirlikleri oluşturmak", gibi işlerden oluşur.

3- Temel Yetenek Üzerine Bir Zihniyet Oluştur: Şirketteki tüm yöneticilerin ve herkesin bunun bilincinde olması sağlanmalıdır. İş birimleri temel yeteneklerini diğerleriyle paylaşmalıdır. Hiçbir birim kutsal değildir ve birimlerin sahip olduğu yetenekler

aslında o birimin değil tüm şirketin yeteneğidir. Bu fikri şirkette oturtup buna göre çalışılmasını sağlamak gerekmektedir.

2.3. Temel Yetenekler – Pazar İlişkisi

Sahip olunan temel yetenekler müşterinin hayal edemediği ama ihtiyaç duyduğu ürünlere dönüşmelidir. Bu gerçekleştiği zaman şirket önemli kazançlar elde edecektir. Herhangi bir şirket kendini temel yetenekleri doğrultusunda geliştirip müşteriye de kabul ettirdiği zaman herhangi bir rakibin araya girmesi oldukça zor olmaktadır.

Temel yetenekler üzerinde nasıl çalışılması gerektiği yeteneğin ve pazarın durumuna göre değişiklik gösterir. Şekil – 3' te bu durum özetlenmiştir.

Şekil – 3. Temel Yetenekler – Pazar İlişkisi [8]



2.4. Temel Yetenek Analizine Bir Örnek

Bu uygulamaya örnek olarak Ülker şirketi verilebilir. Yıldız Holding' in ilk şirketi Ülker, 1944 yılında Petit Beurre bisküvi üreterek imalata başlamıştır. Yıllarca sadece bisküvi ve çikolata imalatı yapan şirket geçen zaman içerisinde dağıtım ağını o kadar kuvvetli hale getirmiştir ki ülkenin her noktasına ulaşabilmektedir. Bu yaygın dağıtım ağı şirkete zaman içerisinde çok büyük avantajlar sağlamış ve belki de holdingleşmek için en önemli kaynak olmuştur.

Çünkü bisküvi, çikolata vb. ürün grupları üreticiden tüketiciye ulaşana kadar birçok el değiştirmektedir (nakliyeci, bölge distribütörleri, bu distribütörlerin dağıtımcıları, toptancılar, market – bakkal vb. son satıcılar). Bu durum zaten fiyatlandırması çok pahalı olamayan bu ürünlerin karlılığını daha da düşürmektedir. Para kazanabilmek için olabildiğince fazla

miktarda satış yapılması gerekmektedir. Bu da çok sayıda noktaya ulaşmakla sağlanabilir. Ülker şirketi bunu başararak zaman içerisinde rakiplerine önemli avantajlar sağlamıştır.

Bu dağıtım ağı Ülker için temel yetenek olup, müşteriye çok çabuk ve uygun maliyette ürün ulaştırdığı için oldukça değerlidir. Diğer rakiplerde bu ölçüde bir dağıtım ağı olmadığından nadirdir. Taklit edilemez değildir, ancak yüksek sermaye istemektedir. Dağıtım işi başka herhangi bir yetenekle yapılabilir değildir.

Bu avantajını çok iyi kullanan Ülker, gerekli diğer özelliklerini de iyi yöneterek hem yatay hem de dikey entegrasyona gitmiş, farklı sektörlere girmiş ve holdingleşerek Yıldız Holding ismini almıştır. Bugünkü şirket büyüklüğünden biraz bahsedilirse, bu dağıtım ağının şirketi nerelere getirdiği görülecektir.

Şirketin bugün Türkiye' de 45, toplamda 68 fabrikası vardır. Gıda alanında tek çeşit bisküviden bugün 320 civarında markaya ulaşılmıştır. Bisküviden çikolataya, baharattan, gazlı-gazsız içeceklere, dondurulmuş gıdadan bebek mamalarına, yağdan süt ürünlerine tahıl gevreklerine kadar birçok ürün piyasaya sürülmektedir. Gıda dışında ise kişisel bakım ürünleri grubunda tuvalet kağıdından ıslak mendile, şampuandan sabuna bebek bezine kadar bir çok ürün yine piyasaya sürülmektedir.

Holding ambalaj şirketleriyle hem kendi ürünlerinin ambalajlarını üretmekte hem de rakiplerine çalışmaktadır. Şirket hem bu ürünleri dağıtım ağı ile her yere ulaştırmakta hem de kendi kurduğu toptan marketlerde perakendecilere ulaştırmaktadır [9].

3. SONUÇ

Temel yetenekler bir şirketi rakiplerinden ayıran ve iyi yönetilirse şirketin üstünlük sağlamasına yarayan özelliklerdir. Yöneticilerin öncelikle temel yeteneklerinin farkına varmaları, bu doğrultuda tüm şirkette farkındalık oluşturmaları ve bu yetenekleri güçlendirerek rekabet avantajına dönüştürmeleri gerekmektedir. Temel yeteneği olmayan veya bunu yönetemeyen şirketler diğerlerinin takipçisi olmak ve onlardan arta kalanlarla yetinmek durumundadırlar.

KAYNAKLAR

[1] Özbay T., 2004. İşletme Yönetiminde Yeni Eğilimler Dizisi; Sorularla Dış Kaynak Kullanımı. *İTO* Yayın No: 2004-27, İstanbul, s. 10.

[2] Tracey W.R., 1998. The Human Resources Glossary; The Complete Desk Reference for HR Executives, Managers and Practitioners. Second Edition, Edd, Florida, s. 74.

[3] Hamel G. ve Prahalad C.K., 1990. The Core Competence of Corporation. *Harvard Business Review*, May-June: 71-91.

[4] Bakırtaş İ. ve Bakırtaş H., 2008. Firmaların Sürdürülebilir Rekabet Üstünlüğünün Bir Kaynağı Olarak Temel Yetenek: Genel Bir Değerlendirme. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19, 101-119.

[5] Javidan, M., 1998. Core Competence:What does it mean? *Long Range Planning*, Cilt 31, Sayı 1, s. 62.

[6] Naylor R.J., 2000. Core Competencies: What They Are and How to Use Them. *Public Libraries*, 39 (2), 108-114.

[7] Doğan H., 2004. İşletmelerde Bir Rekabet Avantajı Kaynağı Olarak Öz Yetenek Keşif Matrisi ve Gelişim Rotası. *Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 23-38.

[8] Hamel G. ve Prahalad C.K., 1996. Geleceği Kazanmak, İnkılap Yayınları, İstanbul, s. 291.

[9] https://www.yildizholding.com.tr/uretiyoruz/ (Erişim: 25.11.2019)

"KOBİ"lerde Stratejik Yönetim

İzzettin Hakan KARAÇİZMELİ[1], Serkan KAYA[2]

[1,2]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

Özet

Yoğun rekabetin yaşandığı sektörlerde, rekabet ortamı KOBİ' leri büyük şirketlere göre daha fazla etkilemektedir. Bu sebeple KOBİ yönetimi klasik yollarla değil, kurumsal şirketleri de örnek alarak stratejik yönetim yollarını benimseyerek gerçekleştirilmelidir. Her ne kadar amaç kar elde etmek olsa da sadece para merkezli yönetim anlayışı günümüz pazarlarında yetersiz kalmaktadır. Her kurum amacını bilmeli, hedeflerini belirlemeli ve hedeflerine nasıl ulaşacağına dair stratejisini ortaya koymalıdır. Bu doğrultuda bu çalışmada KOBİ' ler için bir stratejik yönetim çerçevesi oluşturulmuş ve kullanılabilecek yöntemlerle ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Stratejik yönetim, KOBİ, Rekabet.

1. GİRİŞ

Globalleşen dünyada birçok sektörde yoğun rekabet yaşanmaktadır. Bununla birlikte kaynakların kısıtlı olması da faaliyetlerini sürdüren işletmelerin karşılarına önemli bir engel olarak çıkmaktadır. Yoğun rekabet ortamında kaynaklarını verimli kullanamayan işletmelerin, içeride ve dışarıda çeşitli sorunlar yaşaması mümkündür [1]. Ayakta kalabilmek için doğru ürünlerin iyi bir kaliteyle, rekabetçi bir maliyetle üretilebiliyor olması, doğru zamanda doğru yerlerde pazarlanıyor olması gerekmektedir. Ancak özellikle personel durumu da kısıtlı olan KOBİ' lerde bunu başarmak, büyük işletmelere göre daha zordur. Çünkü çok ciddi bir yönetim ve organizasyon ile yapılabilecek oldukça detaylı işlerin kurgulanması gerekmektedir.

Stratejik yönetim ise tam da bu işlerin organize edilmesine yarayan bir yönetim biçimidir. Strateji kelimesi "önceden belirlenen bir amaca ulaşmak için tutulan yol yani

izlem" anlamına gelmektedir [2]. Dolayısıyla stratejik yönetim kavramı da izlenecek yolun belirlenmesi, bu yolda gidebilmek için gereken organizasyonun yapılması ve fiili gidişatın planlanana uygun olup olmadığının izlenmesini içermektedir.

Stratejik yönetim, esasen bir şirketin tepe yönetiminin işidir. Tepe yönetim içeriden veya dışarıdan stratejist veya stratejistler seçerek bu kişilerle genel çerçeveyi oturtmalı ardından kurgulanan yapı en alta doğru ilerletilmelidir. Bu işleri yaparken çeşitli tekniklerden de faydalanılması gerekecektir.

Sistem çalışır hale getirildikten sonra ise takip mekanizmasının işletilmesi şarttır. Çünkü hedeflerin yakalanıp yakalanamadığı, sapmalar varsa nerelerde ve neden olduğu önemlidir. Bunların da belirlenip bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada tüm bu anlatılanlar doğrultusunda KOBİ' ler için bir stratejik yönetim çerçevesi oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. STRATEJİK YÖNETİM

Stratejik yönetimin, bir işletmenin varlığını sürdürebilmesi için kaynaklarını amaçları doğrultusunda verimli ve etkili kullanmasını sağlama süreci olduğu söylenebilir [3]. Daha teknik açıdan bakıldığında ise stratejik planlama ve takip işlerinin tümüne stratejik yönetim denilebilir [4]. Şekil-1' de görüldüğü gibi stratejik yönetim sürecinde öncelikle ön hazırlık yapılması yani şirket içi ve şirket dışı gerekli verilerin toplanması gerekmektedir. Ardından bu veriler analiz edilerek bilgiye dönüştürülmelidir.

Sonraki aşama, elde edilen bilgilere göre şirketin amaçlarına ulaşmasını sağlayabilmek için gerekli stratejinin belirlenmesidir. Ardından bu strateji doğrultusunda misyon, vizyon ve hedefler belirlenir ve hedefler alt birimlere yayılır. Yani şirketin stratejisi doğrultusunda şirketin tüm fonksiyonlarının planlanması ve verilen hedeflerle bu planın gerçekleşmesinin sağlanması gerekmektedir.

Stratejik yönetimin bir sonraki ve yine çok önemli olan adımı ise takip adımı olup bu adımda uygulamaya geçildikten sonraki ilgili takipler yer almaktadır.

Şekil – 1. Stratejik yönetim çerçevesi



2.1. Stratejik Planlama

2.1.1. Ön Hazırlık

Ön hazırlık aşamasında şirket içi ve şirket dışı verilerin toplanması gerekmektedir. Bu veriler şirketin ilgili olduğu veya olabileceği müşteri, rakip, tedarikçi, devlet, toplum, personel, ürünler, teknoloji vb. hemen her noktayı içermelidir. Bu aşamada bir takım araçlardan faydalanmak yapılacak işi kolaylaştırabilir.

Öncelikle SWOT analizi ile şirketin güçlü ve zayıf yanları ortaya çıkarılmalı, bununla beraber sektördeki fırsat ve tehditler belirlenmelidir. Bu sayede şirketin belirlenecek stratejide, güçlü yanlarını kullanarak fırsatlardan faydalanması, zayıf yanlarını ise güçlendirme yoluna giderek tehditlere karşı önlemler alması kolaylaşır.

Ardından yapılacak bir Beş Güç Modeli uygulaması ile sektördeki rekabet durumu da detaylı olarak incelenmelidir. Bu uygulama ile tedarikçilerin durumu, müşterilerin durumu ve mevcut rakiplerin durumu ile muhtemel rakiplerin durumu ve ikame ürünlerdeki gidişat detaylı olarak görülebilir. Ayrıca SWOT analizi, bir başka güçlü araç olan Beş Güç Modeli ile desteklenmiş olur.

Bu aşamada ek olarak yapılacak bir Hofer analizi (BCG veya GE Matrisleri de kullanılabilir) ile şirketin sunduğu mevcut ürünlerin bulunulan pazar ya da pazarlarda

rakiplere göre durumları da belirlenir. Yaşam evresinin hangi aşamasında bulunulduğu görülmüş olur.

Tüm bu tekniklerin kullanımı ile hem şirketin iç dünyası hem de dış dünyası aydınlatılmış olur. Tedarikçilerden, devlete; şirketin kendi ürünlerinden rakiplerin ürünlerine kadar birçok konu ile ilgili detaylı veriler toplanmış olur. Bir sonraki adım bu verilerin analiz edilerek bilgiye dönüştürülmesidir.

2.1.2. Analiz

Ön hazırlık aşamasında toplanan tüm veriler stratejistler tarafından yönetim ve organizasyon mantığıyla özetlenmelidir. Rakipler, müşteriler, tedarikçiler, ürünler, ikame ürünler, devlet, toplum vb. başlıklar altında toplanan tüm bilgiler doğrultusunda şirketin zayıf yanlarını güçlendirecek ve sektördeki tehditleri bertaraf edecek yollar belirlenmelidir. Bu yollar, şirketin güçlü yanlarını kullanarak fırsatlardan faydalanabileceği doğrultuda şekillendirilmelidir. Bir özet durum raporu hazırlanmalıdır.

Ticari bir işletmenin amacı, sürdürülebilir karlılık sağlamak olduğuna göre bu amacı sağlayacak alternatifli senaryolar oluşturulmalıdır. Alternatifli senaryoların projeksiyonları yapılarak bir sonraki aşamaya hazır hale gelinmelidir.

2.1.3. Stratejinin Belirlenmesi

Stratejistler tarafından hazırlanan özet durum raporu ile birlikte alternatifli senaryolar ve projeksiyonları şirket yönetimi tarafından incelenmelidir. Eksik veya hatalı görülen yerler varsa, düzeltilmesi için önceki aşamaya geri dönülmeli, yoksa eldeki bu çalışmalar ışığında şirketin uzun vadeli stratejisi belirlenmelidir.

Strateji belirlendikten sonra yapılacak iş, yukarıdan başlayarak bu stratejiyi şirketin en küçük hücresine kadar yaymak olmalıdır.

2.1.4. Vizyon, Misyon ve Hedeflerin Belirlenmesi

Vizyon bir şirketin kendini gelecekte görmek istediği yer iken, misyon ise organizasyonun varlığının nedenidir [5]. Aslında misyon, vizyonu sağlamak için şirket bünyesindekilerin üstlendiği görevdir.

Belirlenen strateji doğrultusunda şirketin vizyonunun ve misyonunun oluşturulması gerekmektedir. Bunları oluşturduktan sonra hedeflerle yönetim mantığıyla ilgili stratejiyi gerçekleştirmeye yarayacak şirket hedefleri belirlenmelidir.

2.1.5. Hedeflerin Alt Birimlere Yayılması

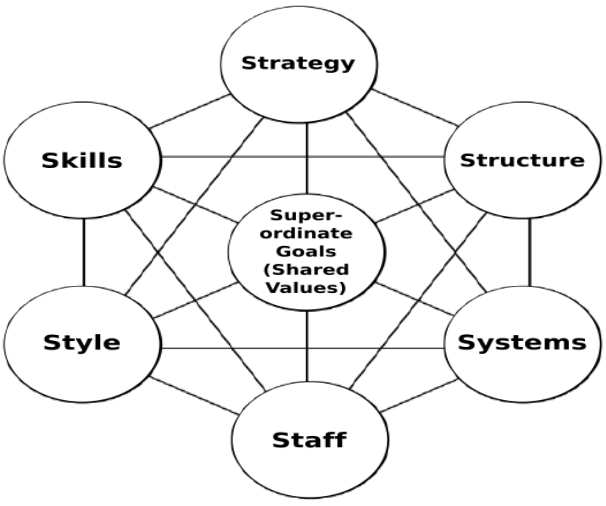
Belirlenen üst hedeflerin yukarıdan aşağıya doğru tüm hücrelere yayılması ve herkesin stratejiden haberdar edilmesi gerekmektedir. Ancak bu işi yapmadan önce organizasyonu uygun hale getirmek gerekmektedir.

Organizasyonu şekillendirirken McKinsey' in "7S Yaklaşımı"ndan faydalanılabilir. Strateji oluşturma ve örgüt geliştirme yönelik ortaya konulan ilk yaklaşımlardan biri de Mc Kinsey' in 7S yaklaşımıdır. Bu yaklaşım bir yönetim modeli olup Waterman, Jr. ve ark. tarafından 1980' de geliştirilmiştir [6].

Yaklaşımın amacı şirketin amaçlarına ulaşabilmesi için nasıl organize olması gerektiğini belirleyebilmektir. Bu araç sayesinde gelecekteki değişikliklerde şirketin nasıl etkileneceği araştırılabilir, şirketin performansı geliştirilebilir, birimlerin nasıl sıralanması gerektiği ve amaca en iyi nasıl ulaşılabileceği belirlenir.

7S yaklaşımı işleri, iş ailelerini ve takımları içeren, organizasyon elemanları arasındaki ilişkileri ortaya çıkaran bir araçtır. 7S; organizasyon yapısı (structure), strateji (strategy), sistemler-günlük işler ve aktiviteler (systems), çalışanların yeterlilikleri (skills), liderlik tarzı (style), çalışanlar (staff) ve şirketin temel değerleri (shared values) unsurlarından oluşmaktadır (Şekil-2).

Şekil - 2. McKinsey 7S yaklaşımı [6]



Bu yaklaşımla organizasyonel yapı değerlendirilir. Şirket stratejisine uyumsuz olan noktalar varsa giderilir. Her şey stratejiye uygun hale getirildikten sonra yukarıdan aşağıya doğru tüm birimlere strateji deklare edilir ve her birimin alt stratejisi ve buna bağlı hedefleri oluşturulur.

2.2. Takip

2.2.1. Uygulama ve Kontrol

Uygulama ve kontrol aşamaları farklı aşamalar gibi görünse de aslında iç içe geçmiş eş zamanlı yürüyen işlerdir. Uygulama aşamasında tüm birimler çalışmalarına devam ederler. Çalışmalarını yaparken kendi stratejilerini sağlayacak şekilde hedeflerine ulaşmaya çalışırlar.

Aynı anda hedeflerin gerçekleşip gerçekleşmediği yani stratejiye uygun çalışılıp çalışılmadığı kontrol edilir. Bu takipler alt birimlerde görece kolay olsa da yönetim kademesine çıktıkça zorlaşmaktadır.

Takip işini kolaylaştırmak için de çeşitli araçlar mevcuttur. Örneğin "Kurumsal Karne" (Balanced Scorecard) oldukça kullanışlı araçlardan biridir. Kurumsal Karne tekniği Dr. Robert S. Kaplan ve David P. Norton tarafından 1999' da yayınlanan makale ile gün yüzüne çıkmış olup daha sonra yazarları tarafından kitap haline getirilmiştir [7].

Kurumsal Karne bir stratejik yönetim aracı olup hizmet sektöründen endüstriye, devlet uygulamalarından kar amacı gütmeyen organizasyonlara kadar oldukça geniş bir alanda uygulanmaktadır. Uygulayıcılar bu teknik sayesinde işlerini, vizyon ve organizasyon stratejileri doğrultusunda düzenleyebilirler. İç ve dış iletişimlerini geliştirip, stratejik hedefler doğrultusunda oluşturulan anahtar performans göstergelerini takip edebilirler. Bu araç bir bakıma teknik yöneticinin vazgeçilmez yönetim aracıdır.

Bir nevi performans ölçüm yöntemi olan bu yöntem, benzerlerinden farklı olarak sadece finansal göstergeleri değil, bir şirketin stratejisi doğrultusunda o şirketin performansı için önemli sayılan dört farklı bakış açısı içerir [8]:

1- Öğrenme ve büyüme bakış açısı,

2- Finansal bakış açısı,

3- Müşteri bakış açısı,

4- Operasyonel bakış açısı,

Genel olarak kurumsal karne uygulaması aşağıdaki gibi planlanır ve uygulanır:

- Şirketin vizyon ve stratejisi doğrultusunda hedefler belirlenir.
- Bu hedeflere ulaşmak için 4 bakış açısına göre hangi kriterlerin izleneceği saptanır.
- Bu kriterlerin ölçüm, izleme yöntemleri belirlenir.
- Kurumsal karne´nin nasıl değerlendirileceği belirlenir.
- Hedeflere ulaşmak için hareket planları çıkarılır.
- Sistemin takibi, güncellemesi ve yönetimi gerçekleştirilir.

3. SONUÇ

KOBİ yöneticilerinin stratejik yönetim tarzını benimseyerek şirketlerini ileriye götürmeleri çok önemlidir. Özellikle rekabetten, büyük şirketlere göre daha fazla etkilenen KOBİ' ler hem rekabetin yükünü hafifletip büyüyebilmek için hem de karlılıklarını arttırabilmek için stratejik yönetimi benimsemelidirler.

Bu çalışmada Şekil – 1' de görüldüğü gibi KOBİ' lerin uygulaması için bir stratejik yönetim çerçevesi oluşturulmuş olup, aşamaların gerçekleştirilebilmesi için çeşitli araçların kullanımı önerilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Koçyiğit M., 2006. İşletmeler Sistem ve Süreç Yönetimlerine Ne Ölçüde Stratejik Yaklaşmaktadır? Eskişehir KOBİ'lerinde Sistem ve Süreçlerin Kullanılmasına Yönelik Bir Değerlendirme. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 1(2), 43-57.

[2] https://sozluk.gov.tr/ (Erişim: 15.10.2019)

[3] Sucu M.E., 2010. KOBİ' lerde Stratejik Yönetim ve Bir Araştırma. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalı – Yüksek Lisans Tezi 221 sayfa.

[4] Akgemci T., 2008. Stratejik yönetim. Gazi Kitabevi.

[5] Ülgen H., Mirze S.K., 2004. İşletmelerde Stratejik Yönetim, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

[6] Waterman Jr., Robert H., Thomas J.P. ve Julien R.P., 1980. Structure is not organization. *Business Horizons,* 23(3), 14-26.

[7] Norton D.P. ve Kaplan R., 1999. The Balanced Scorecard: translating strategy into action. Institute for International Research.

[8] Walker G. ve MacDonald J.R., 2001. Designing and implementing an HR scorecard. *Human Resource Management: Published in Cooperation with the School of Business Administration, The University of Michigan and in alliance with the Society of Human Resources Management*, 40 (4): 365-377.

Gastroözofageal Reflü Hastalarında Gastrointestinal Semptomların Varlığının Araştırılması

[1]Öğr.Gör. Şeyma TRABZON, [2]Dr. Öğr. Üyesi Havva SERT,

[1]Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sakarya/Turkiye

[2]Sakarya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İç Hastalıları Hemşireliği Anabilim Dalı Sakarya/Turkiye

ÖZET

Gastroözofageal Reflü Hastalığı (GÖRH) gastrik içeriğin özofagusa ve daha yukarısına geri akmasıyla karekterize, komplikasyonlara ve gastrointestinal (GİS) semptomların görülmesine sebep olan, yaygın görülen kronik bir hastalıktır.

Araştırma GÖRH teşhisi almış bireylerin son üç aylık GİS semptomlarının varlığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın örneklemini bir eğitim araştırma hastanesi gastroenteroloji polikliniğine başvuran GÖRH tanısı almış 161 hasta oluşturdu. Sosyodemografik özellikleri içeren hasta bilgi formu ve Gastrointestinal Semptom Anketi kullanılarak birebir görüşme yöntemi ile veriler toplandı. Toplanılan verilerin analizi bilgisayar ortamında yapıldı.

Hastaların % 68,9'u kadın, %44,1'i 20-40 yaş aralığında, %76,4'ü evli, %83,9'u çekirdek aileye sahip, %41,6'sı ilkokul mezunu, %65,7'si çalışmıyor, %44,1'inin geliri giderine eşittir. BKİ değerlendirilen hastaların %32.9'unun kilolu %31.7'sinin ise obez olduğu belirlendi. Son 3 ay içinde hastaların %13,1'i yutma güçlüğü, %46'sı mide ekşimesi, %31,6'sı erken tokluk hissi, %55,3'ü yemek sonrası şişkinlik, %51,6'sı karın şişkinliği, %32,3'ü bulantı, %13,6'sı kusma, %33,6'sı karın ağrısı, %36,7'si ishal/kabız, %13,7'si bol ya da sulu dışkılama, % 18,6'sı acilen dışkılama ihtiyacı hissetme, %20,5'i sert veya topak topak dışkılama, %9,9'u anal tıkanma, %3,1'i dışkı tutama sorunlarını sık sık ve çok sık yaşadıkları belirlendi.

GÖRH hastalarında GI semptomlarının yaygın görüldüğü ve özofagus ve üst dismolite semptomlarının bağırsak semptomlarından daha fazla görüldüğü bulundu.

Anahtar Kelimeler: Gastroözofageal reflü hastalığı, gastrointestinal semptom, kronik hastalık.

GİRİŞ

Gastroözofageal reflü hastalığı (GÖRH), mide içeriğinin yemek borusu veya ağız boşluğuna geri akması sonucu semptomlara veya komplikasyonlara neden olan bir gastrointestinal motilite bozukluğudur. GÖRH' nin tipik semptomları mide ekşimesi ve mide içeriğinin orofarinks içine regürjitasyonudur. Mide yanması, göğüs kemiği arkasında yanma veya rahatsızlık hissidir ve mide ekşimesi boyuna yayılabilir, yemeklerden sonra veya yatma pozisyonunda tipik olarak daha kötüdür ve antasitler tarafından hafifletilebilir. Regürjitasyon, mide içeriğinin ağız veya hipofarinks içine geri akmasıdır. Epigastriumda görülen ağrı da GÖRH' nin bir belirtisi olabilir. GÖRH' nin ekstraözofageal semptomları arasında diş erozyonu, larenjit, öksürük ve astım yer alır (Vakil *et al.*, 2006; Kellerman and Kintanar, 2017).

Gastroözafageal reflü hastalığının semptomları sıklık ve şiddet bakımından toplumdan topluma değişmekte fakat dünya çapında sık görülmektedir (Dent, El-Serag, Wallander, Johanson 2005). GÖRH'nin en çok görülen regürjitasyon ve mide yanması semptomları temel alınarak, bu hastalığın prevelansı hakkında epidemiyolojik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada batı ülkelerinde GÖRH prevelansının %10-20 olduğu, Asya prevelansının ise düşük olduğu belirtilmiştir(Katz, Gerson and Vela, 2013). Gastroözefageal reflü hastalığının ülkemizde görülme oranına ilişkin yapılan bir çalışmada bu oran % 19,3 olarak bulunmuştur (Yönem *et al.*, 2013). Ülkemizde yapılan GÖRH'nın semptomlarına yönelik epidemiyolojik araştırmalarda regürjitasyonun daha çok olduğu belirlenmiştir. Türkiye, dünya coğrafyasında doğu ve batının ortasında yerleşmiş bir konumdadır ve GÖRH prevelansının her iki tarafa da benzediği görülmektedir (Bor ve Yüksel, 2017).

Gastroözofageal reflü hastalığında klinik belirtiler tipik ve atipik olarak gruplandırılır. Tipik semptomlar; pirozis, disfaji, regürjitasyon, water brash (ağıza acı su gelmesi), odinofaji, globus sensation (boğazda yumru olma hissi)'dir. Atipik semptomlar ise; posterior larenjit, astım, öksürük, kalple ilgili olmayan göğüs ağrısıdır. GÖRH'nin komplikasyonları ise ülser, striktür, kanama, adenokanser, vokal kord granülomları, larenks kanseri, aspirasyon pnomonisi, astım bronşit ve Barrett özofagus'tur (Yılmaz, Soykan and Dağlı, 2004). Gastroözefageal reflü hastalığında dikkatli bir semptomatik değerlendirme ile kesin olarak tanı koyulabileceğine inanılmaktadır. Tipik GÖRH semptomları mide ekşimesi ve mide içeriğinin özofagusa geri kaçmasıdır. Haftada iki veya daha fazla tipik semptomların varlığı, GÖRH'nin varsayımsal teşhisini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde yaygın görülen ve hastaları olumsuz

etkileyen GÖRH tanısı almış bireylerin deneyimlediği gastrointestinal semptomları belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL METHOD

Araştırmanın Etik Yönü: Kurum izni ve Etik Kurul onayı (Etik Kurul Onay Numarası: 71522473/050.01.04/13-22.12.16) alındı.

Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman: Araştırma bir eğitim ve araştırma hastanesinin gastroenteroloji polikliniğinde Temmuz 2017- Ekim 2017 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Araştırmanın evreni ve örneklemi: Araştırmanın evrenini; bir eğitim ve araştırma hastanesinin gastroenteroloji polikliniğine Temmuz 2017- Ekim 2017 tarihleri arasında başvuran hastalar oluşturdu. Araştırmanın örneklemini ise poliklinik hekimi tarafından Gastroözefageal Reflü hastalığı tanısı koyulmuş ve çalışmaya katılmayı kabul eden iletişim sorunu olmayan hastalar oluşturdu.

Veri Toplama Tekniği ve Araçları: Veriler hasta tanılama formu ve Gastrointestinal Semptom Anketi kullanılarak toplandı.

Araştırmacılar tarafından güncel literatür bilgisi kullanılarak oluşturulan Hasta Tanılama Formu, bireylere ve hastalıklarına ilişkin tanımlayıcı bilgileri içeren 32 sorudan oluşmaktadır.

Gastrointestinal Semptom Anketi, Gastrointestinal Semptom Anketi 16 maddeden oluşmaktadır ve son üç ay içerisinde görülen gastrointestinal semptomları sorgulamaktadır. Bu semptomlar; karın ağrısı, Özofagus belirtileri; yutma güçlüğü, mide ekşimesi, Üst dismolite belirtileri; erken tokluk hissi, yemek sonrası şişkinlik, karın şişkinliği, bulantı, kusma, Bağırsak belirtileri; ishal/kabızlık, günlük üçten fazla dışkılama olması, bol ya da sulu dışkılama, acilen dışkılama ihtiyacı hissetme, haftada üçten az dışkılama, sert ya da topak topak dışkılama, anal tıkanma, dışkı tutamamadır. Ankete verilen cevaplar Asla (sıfır puan), nadiren (bir puan), bazen (iki puan), sık sık (üç puan), çok sık (dört puan) şeklinde beşli likert tipiyle değerlendirilmektedir. Ölçekten alınan tam puan yoktur. Çok sık veya sık sık yanıtı verenlerin oranı semptom varlığını göstermektedir (Çam and Nur, 2015; Babaoğlu and Özdenk, 2017).

BULGULAR

Hastaların %44,1'i 20-40 yaş aralığında, %76,4'ü evli, %41,6'sı ilkokul mezunu, %65,7'si çalışmıyor, %44,1'inin geliri giderine eşittir. BKİ değerlendirilen hastaların %32.9'unun kilolu

%31.7'sinin ise obez olduğu belirlendi. Hastaların beslenme alışkanlıkları değerlendirildiğinde öğün sayısı ortalamasının 2,55±0,61 olduğu, %43,5'inin öğün atladığı, %41'inin orta hızda %26,1'inin hızlı yemek yediği, %16,8'inin gece yemek yatmadan önce yemek yediği, %6,8'inin ise gece uykudan uyanıp yemek yediği saptandı (Tablo 1).

Tablo 1: Hastaların Tanıtıcı Özellikleri

ÖZELLIKLER		n	%
Yaş	20-40 yaş	71	44,1
	41-60 yaş	61	37,9
	61-80 yaş	29	18,0
Cinsiyet	Erkek	50	31,1
	Kadın	111	68,9
Medeni durum	Evli	123	76,4
	Bekar	28	17,4
	Dul	10	6,2
Eğitim	Okuryazardeğil	7	4,3
	Ilkokul	67	41,6
	Ortaokul	15	9,3
	Lise	26	16,1
	Üniversite	36	22,4
	Lisans üstü	10	6,2
Meslek	Çalışmıyor	101	65,7
	Çalışıyor	60	37,3
Aylık gelir	Gelir giderden az	68	42,2
	Gelir gidere eşit	71	44,1
	Gelir giderden fazla	22	13,7
BKİ	Zayıf/Normal	57	35,4
	Kilolu	53	32,9
	Obez	51	31,7
Ana Öğün Sayısı 2,55±0,61			
Öğün Atlama Durumu	Evet	70	43,5
	Hayır	22	13,7
	Bazen	69	42,9
Yemek Yeme Hızı	Yavaş	37	23,0
	Orta	66	41,0
	Hızlı	42	26,1
	Çok Hızlı	16	9,9
Yatmadan Önce Yemek Yeme	Evet	27	16,8
	Hayır	81	50,3
	Bazen	53	32,9
Uykudan Kalkıp Yemek Yeme	Evet	11	6,8
	Hayır	137	85,1
	Bazen	13	8,1

Tablo: 2 Gastrointestinal Semptomların Dağılımı

Gastrointestinal Semptomlar	Asla n(%)	Nadiren-Bazen n(%)	Sık Sık-Çok Sık n(%)
Karın Ağrısı	24 (14,9)	83 (51,6)	54 (33,6)
Özofagus Semptomları			
Yutma Güçlüğü	66 (41,4)	74 (46)	21 (13,1)
Mide Ekşimesi	19 (11,8)	68 (42,2)	74 (46)
Üst Dismolite Semptomları			
Erken Tokluk Hissi	46 (28,6)	64 (39,7)	51 (31,6)
Yemek Sonrası Şişkinlik	17 (10,6)	55 (34,2)	89 (55,3)
Karın Şişkinliği	21 (13)	57 (35,4)	83 (51,6)
Bulantı	40 (24,8)	69 (42,9)	52 (32,3)
Kusma	77 (47,8)	62 (38,5)	22(13,6)
Bağırsak Semptomları			
İshal/Kabızlık	32 (19,9)	70 (43,5)	59 (36,7)
Günlük Dışkılama Sayısı >3	81 (50,3)	56 (34,8)	24 (14,9)
Bol ya da Sulu Dışkılama	60 (37,3)	79 (49)	22 (13,7)
Acilen Dışkılama İhtiyacı Hissetme	44 (27,3)	87 (54)	30 (18,6)
Haftalık Dışkılama Sayısı <3	88 (54,7)	48 (29,8)	25 (15,5)
Sert ve Topak Topak Dışkılama	43 (26,7)	85 (52,8)	33 (20,5)
Anal Tıkanma	81 (50,3)	64 (39,8)	16 (9,9)
Dışkı Tutamama	139 (86,3)	17 (10,6)	5 (3,1)

Son üç ay içerisinde hastaların %33,6'sının karın ağrısı şikayeti, %13,1'nin yutma güçlüğü, %46'sının mide ekşimesi, %31,6'sının erken tokluk hissi, %55,3'ünün yemek sonrası şişkinliği, %51,6'sının karın şişkinliği, %52'sinin bulantı, %13,6'sının kusma şikayeti olduğu belirlendi. Hastaların %36,7'sinde ishal/kabızlık, %14,9'unun günlük dışkılama sayısının günde üçten fazla olduğu, %13,7'sinin bol ya da sulu sulu dışkılama yaptığı, %15,5'ini haftalık dışkılama sayısının üçten az olduğu, %20,5'inin sert ve topak topak dışkılama yaptığı, %9,9'unun anal tıkanma yaşadığı, %3,1'inin dışkı tutamama durumu yaşadığı belirlendi (Tablo 2).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gastrointesinal semptomlar (GI) dünya genelinde oldukça yaygın görülmektedir ve özofagus, mide, ince bağırsaklar, kalın bağırsaklar ile ilişkili bir rahatsızlıktır. Hayati risk oluşturacak bir hastalık olmamasına rağmen, GI semptomlarının günlük rutinler ve yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkileri vardır (Turan, Aşti and Kaya, 2017). Gastroözofageal reflü hastalığında; göğüs kemiği arkasında yanma ve mide içeriğinin özofagusa geriye kaçma gibi tipik semptomlar yaygın görülmesine rağmen, epigastrik ağrı ya da epigastriumda basınç hissi, bulantı/kusma, ses kısıklığı, göğüs ağrısı ve gürültülü solunum gibi atipik belirtiler de görülebilmektedir (Fass, 2007).

Bu çalışmada özofagus ve üst dismolite semptomlarının daha yaygın görüldüğü, bunların içerisinde mide ekşimesi (%46), yemek sonrası şişkinlik (%55,3) ve karın şişkinliğinin (%51,6) yer aldığı saptandı. Ülkemizde üniversite öğrencilerinde yapılan bir çalışmada mide ekşimesi %17,9, yemek sonrası şişkinlik %16,4, karın şişkinliği %15,6 olduğu bildirilmiştir (Babaoğlu and Özdenk, 2017). Aynı ölçeğin kullanıldığı üniversite öğrencilerine yapılan bir diğer çalışmada ise mide ekşimesi % 12,6, yemek sonrası şişkinlik %20,1, karın şişkinliği %19,8 bulunmuştur (Özdenk and Kaya, 2019). Kore'de yapılan bir çalışmada kronik gastrointestinal semptomların varlığı araştırılmış ve dispeptik şikayetlerin %11,7, kronik şişkinliğin %4, kronik göğüs kemiği arkasında yanması % 1,7 olduğu bildirilmiştir (Jeong *et al.*, 2008). Yang ve ark (Yang *et al.*, 2008)'ın GÖRH'li hastaların semptomlarını belirlemek için yaptığı bir çalışmada göğüs kemiği arkasında yanma %25,1, ağıza mide içeriğinin gelmesi %24,2 olduğu belirtilmiştir. Bu bulgular sonucunda GÖRH hastalarında GI semptomların daha yaygın görüldüğü söylenebilir.

Sonuç olarak GÖRH hastalarında GI semptomlarının yaygın görüldüğü ve özofagus ve üst dismolite semptomlarının bağırsak semptomlarından daha fazla görüldüğü bulundu.

KAYNAKÇA

Babaoğlu, Ü. T. and Özdenk, S. (2017) 'Algılanan Stres İle Gastrointestinal Semptom Arasındaki İlişkinin İncelenmesi : Tanımlayıcı Araştırma', *ACU Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3, pp. 138–145.

Bor, S. and Yüksel, E. S. (2017) 'Gastroözofageal reflü hastalığı prevalansı , insidansı ve komplikasyonlarının (striktür / özofajit / Barrett / karsinom) sıklığı dünyanın değişik coğrafi bölgeleriyle karşılaştırıldığında nasıldır ?', *Turkish Journal of Gastroenterology*, 28(Suppl 1), pp. 4–9. doi: 10.5152/tjg.2017.03.

Çam, H. H. and Nur, N. (2015) 'Hemşirelik ve ebelik öğrencilerinde algılanan stres ile gastrointestinal semptomlar arasındaki ilişki', *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 14(6), pp. 475–483. doi: 10.5455/pmb.1-1434027488.

Dent, J. *et al.* (2005) 'Epidemiology Of Gastro- Oesophageal Reflux Dısease : A Systematic Review', *Gut*, 54, pp. 710–717. doi: 10.1136/gut.2004.051821.

Fass, R. (2007) 'Symptom assessment tools for gastroesophageal reflux disease (GERD) treatment', *Journal of Clinical Gastroenterology*, 41(5), pp. 437–444. doi: 10.1097/MCG.0b013e31802e849f.

Jeong, J. J. *et al.* (2008) 'Chronic gastrointestinal symptoms and quality of life in the Korean population', *World Journal of Gastroenterology*, 14(41), pp. 6388–6394. doi: 10.3748/wjg.14.6388.

Katz, P. O., Gerson, L. B. and Vela, M. F. (2013) 'Guidelines for the Diagnosis and Management of Gastroesophageal Reflux Disease', *The American Journal of Gastroenterology*, 108(3), pp. 308–328. doi: 10.1038/ajg.2012.444.

Kellerman, R. and Kintanar, T. (2017) 'Gastroesophageal Reflux Disease', *Primary Care - Clinics in Office Practice*. Elsevier Inc, 44(4), pp. 561–573. doi: 10.1016/j.pop.2017.07.001.

Özdenk, S. and Kaya, K. (2019) 'Formasyon Öğrencilerinde Algılanan Stres İle Gastrointestinal Semptom Arasındaki İlişkinin İncelenmesi Ve Etkileyen Faktörler', *Journal of Sport and Recreation Researches*, 1(2), pp. 1–8.

Turan, N., Aşti, T. A. and Kaya, N. (2017) 'Reliability and validity of the Turkish version of

the Gastrointestinal Symptom Rating Scale', *Gastroenterology Nursing*, 40(1), pp. 47–55. doi: 10.1097/SGA.0000000000000177.

Vakil, N. *et al.* (2006) 'The Montreal Definition and Classification of Gastroesophageal Reflux Disease : A Global Evidence-Based Consensus', *American Journal of Gastroenterology*, 101, pp. 1900–1921. doi: 10.1111/j.1572-0241.2006.00630.x.

Yang, S. Y. *et al.* (2008) 'Prevalence of gastroesophageal reflux disease symptoms and uninvestigated dyspepsia in Korea: A population-based study', *Digestive Diseases and Sciences*, 53(1), pp. 188–193. doi: 10.1007/s10620-007-9842-0.

Yılmaz, U., Soykan, İ. and Dağlı, Ü. (2004) *Gastroözofageal Reflü Hastalığı*. Türk Gastr. Edited by U. Yılmaz, İ. Soykan, and Ü. Dağlı. Ankara: Türk Gasrtoenteroloji Vakfı.

Yönem, Ö. *et al.* (2013) 'Gastroesophageal reflux disease prevalence in the city of Sivas', *Turkish Journal of Gastroenterology*, 24(4), pp. 303–310. doi: 10.4318/tjg.2013.0256.

NİKOTİN BAĞIMLILIK DÜZEYİ VE SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

[1]Şeyma Trabzon, [2]Songül Doğanay, [3]Seda Göger

[1]Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sakarya/Turkiye

[2]Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Sakarya/Turkiye

[3]Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sakarya/Turkiye

Özet

Bu çalışmada, üniversite eğitimi alan sigara içen öğrencilerde nikotin bağımlılık düzeyi ile sağlıklı yaşam biçimi davranışları düzeyi arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlandı.

Bu çalışma bir üniversitede sağlık alanında öğrenim gören ve sigara içen 67 gönüllü 1.ve 2. sınıf üniversite öğrencileri ile yapıldı. Öğrencilerin sosyodemografik durumlarını belirlemek amacı ile bilimsel kaynaklar desteği ile hazırlanan anket formu kullanıldı. Nikotin bağımlılık düzeyi Fagerström Nikotin Bağımlılık Testi (FNBT), Sağlıklı yaşam biçimi davranışları düzeyini belirlemek için ise Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği II (SYBD II) kullanıldı ve istatistiki değerlendirmeler yapıldı.

Çalışmaya katılanların %64,2'si kadın, %97'si bekar, %50,7'sinin anne öğrenim durumu, % 38,8'inin baba öğrenim durumu ilköğretim düzeyidir. Katılımcıların hepsi sigara kullanmakta olup %58,7'si lisede sigara kullanmaya başlamış ve %31,3'ünün anne, baba ve kardeşi sigara kullanmaktadır. Sigaraya devam etme nedeni olarak katılımcıların %41,8'inin zevk aldıklarını, %32,8'i ise arkadaş etkisi ile sigaraya başladıklarını ifade etmiştir. Araştırmaya katılanların %67,2'si alkol kullanmamakta olup, alkol kullananların %23,9'u ayda bir kez alkol tüketmektedir. Çalışmada SYBD II ölçeğinin güvenirlik katsayısı 0,89 olarak saptandı. Çalışmaya katılanların nikotin bağımlılık düzeylerine göre sağlıklı yaşam

biçimi davranışları karşılaştırıldığında, düşük, orta ve yüksek nikotin bağımlılık düzeyine sahip olan katılımcıların sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeği II alt boyut ve toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (P>0,05).

Sonuç: Sonuç olarak bu araştırmada nikotin bağımlılık düzeyi ile sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeği II alt boyut ve toplam puanları arasında ilişki yoktu.

Anahtar Kelimeler: Bağımlılık, nikotin, sağlıklı yaşam biçimi.

GİRİŞ

Tütün kullanımı dünya genelinde erken engellilik ve ölümün ana nedeni olmaya devam etmektedir. Tütün yanma ürünleri sigaraya bağlı hastalıkların ana nedeni iken, nikotin bağımlılığı tütün kullanımını sürdürmektedir. Nikotin bağımlılığı, sigara içme biçiminde, herhangi bir uyuşturucu bağımlılığından daha fazla halk sağlığına zarar verir (Prochaska & Benowitz, 2019). Tütün kullanımı; kanserden, kardiyovasküler hastalıklardan ve akciğer hastalıklarından kaynaklanan önemli ölüm nedenlerinden biridir. Sigara içimi ayrıca solunum yolu ve diğer enfeksiyonlar, osteoporoz, üreme bozuklukları, olumsuz postoperatif olaylar ve gecikmiş yara iyileşmesi, duodenal ve mide ülseri ve diyabet için bir risk faktörüdür. Sigaraya bağlı hastalıklar, tütün dumanındaki toksinlere maruz kalmanın bir sonucudur (Benowitz, 2010). Sigara içenlerin yüzde yetmişinin sigarayı bırakmak istedikleri ve her yıl yüzde kırkı en az bir gün sigarayı bıraktığı ve çok bağımlı bazı sigara içicilerinin sigarayı bırakmak için ciddi girişimlerde bulunduğu, ancak yalnızca birkaç saatliğine durdurabildiği bir çalışmada belirtilmiştir (Shiffman et al., 2006). Nikotinin psikofarmakolojik etkilerinin yanı sıra çevresel ve genetik faktörlerden dolayı sigara bırakılması zor olmaktadır (Bozkurt & Bozkurt, 2016).

Sağlık davranışı, *"sağlığın korunması ve geliştirilmesi, hastalıkları azaltma ya da önlemeye yönelik davranışlar bütünüdür"* (Tulloch, 2005). Sağlıklı yaşam biçimi, bireyin sağlığına yönelik davranışları kontrol edebilmesi, günlük yaşamına devam ederken kişinin sağlık durumuna ilişkin uygun davranışlar göstermesidir. Bireyin kendi sağlığı üzerindeki kontrolünü artırmak sağlığın geliştirilmesindeki amaçtır (Uçar, 2019). Kendini gerçekleştirme, sağlık sorumluluğu, egzersiz ve fiziksel aktivite, beslenme, kişilerarası destek ve stres yönetimi sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını oluşturan faktörlerdir (Pender NJ, Murdaugh CL, 2008).

Sigara kullanımı değiştirilebilir yaşam tarzı faktörlerindendir. Bireylerin kendi sağlıklarını geliştirmek için sağlık adına olumlu davranışın kazandırılması ve bu kazanılan davranışların

devam ettirilmesi gerekmektedir (Şen, Ceylan, Kurt, Palancı, & Adın, 2015). Bu çalışma sağlık eğitimi almakta olan üniversite öğrencilerinde sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını ölçmek ve nikotin bağımlılık seviyelerini belirlemek ve aralarındaki ilişkiyi belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Araştırmanın Etik Yönü: Kurum izni ve Etik Kurul onayı alındı.

Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman: Araştırma bir sağlık hizmetleri meslek yüksekokulunda Ekim 2019 tarihinde gerçekleştirildi.

Araştırmanın evreni ve örneklemi: Araştırmanın evrenini; bir sağlık hizmetleri meslek yüksekokulunun öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise sigara içen ve çalışmaya katılmayı kabul eden öğrenciler oluşturdu.

Veri Toplama Tekniği ve Araçları: Veriler anket formu, Fagerström Nikotin Bağımlılık Testi (FNBT), Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği II (SYBDÖ II) kullanılarak toplandı.

Anket formu, öğrencilerin sosyodemografik durumlarını belirlemek amacı ile bilimsel kaynaklar desteği ile hazırlanarak kullanıldı.

Fagerström Nikotin Bağımlılık Testi (FNBT), 1991 yılında Heatherton ve ark tarafından geliştirilmiştir. Türkçe geçerlik ve güvenirliği Uysal ve ark tarafından yapılmıştır (Uysal et al., 2004) (Bozkurt & Bozkurt, 2016). Bu test sigara içme zamanları miktarları ile ilgili altı sorudan oluşmaktadır ve düşük, orta, yüksek bağımlılık olarak skorlanmaktadır.

Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği II (SYBD II), Walker ve ark tarafından geliştirilen ölçek 1996 yılında revize edilmiştir. 52 maddeden oluşan ölçek altı alt gruba sahiptir. Bu alt gruplar; manevi gelişim, sağlık sorumluluğu, fiziksel aktivite, beslenme, kişilerarası ilişkiler ve stres yönetimidir. Ölçeğin genel skoru sağlıklı yaşam biçimi davranışları puanını belirtmektedir. Derecelendirme 4'lü likert biçimindedir. Hiçbir zaman (1), bazen (2), sık sık (3), düzenli olarak (4) şeklinde cevap verilmektedir. Ölçeğin tamamı için en düşük puan 52, en yüksek puan 208'dir (Vural & Bakır, 2015). Ölçeğin Türkçe geçerlik güvenirliği 2008 yılında Bahar ve ark tarafından yapılmıştır (Bahar, Beşer, Gördes, Ersin, & Kıssal, 2008).

BULGULAR

Araştırmaya katılan öğrencilerin (n:67) tanıtıcı özellikleri incelendiğinde, katılımcıların %64,2'si kadın, %97'si bekar, %55,2'sinin gelir durumu gidere eşit, %50,7'sinin anne öğrenim durumu, %38,8'inin baba öğrenim durumu ilköğretim düzeyidir. Öğrencilerin %46,3'ü yurtta kalmaktadır. Katılımcıların hepsi sigara kullanmakta olup %58,7'si lisede sigara kullanmaya başlamış ve %31,3'ünün anne, baba ve kardeşi sigara kullanmaktadır. Sigaraya devam etme nedeni olarak katılımcıların %41,8'inin zevk aldıklarını, %32,8'i ise arkadaş etkisi ile sigaraya başladıklarını ifade etmiştir. Araştırmaya katılanların %67,2'si alkol kullanmamakta olup, alkol kullananların %23,9'u ayda bir kez alkol tüketmektedir.

Araştırmada öğrencilerin %34,3'ü düşük düzey nikotin bağımlısı, %58,2'si orta düzey, %7,5 düşük düzey nikotin bağımlısı olduğu

Araştırmada öğrencilerin SYBD II Beslenme puan ortalaması 18,8 ± 3,93, SYBD II Fiziksel Aktivite puan ortalaması 16,94 ± 4,61, SYBD II Sağlık Sorumluluğu puan ortalaması 19,39 ± 4,19, SYBD II Stres Yönetimi puan ortalaması 19,27 ± 3,94, SYBD II Kişilerarası İlişkiler puan ortalaması 24,49 ± 4,72, SYBD II Manevi Gelişim puan ortalaması 24,93 ± 4,47 ve SYBD II Toplam puan ortalaması 123,19 ± 19,00 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: Katılımcıların SYBD II Alt Boyut ve Toplam Puan Ortalamaları Dağılımı (n=67)

Ölçekler	Madde Sayısı	X ± SS	Min. Puan	Max. Puan	Medyan
SYBD II Beslenme	9	18,8 ± 3,93	9,00	28,00	18,00
SYBD II Fiziksel Aktivite	8	16,94 ± 4,61	8,00	30,00	16,00
SYBD II Sağlık Sorumluluğu	9	19,39 ± 4,19	11,00	30,00	19,00
SYBD II Stres Yönetimi	8	19,27 ± 3,94	11,00	30,00	19,00
SYBD II Kişilerarası İlişkiler	9	24,49 ± 4,72	15,00	34,00	24,00
SYBD II Manevi Gelişim	9	24,93 ± 4,47	16,00	34,00	24,00
SYBD II Toplam	52	123,19 ± 19,00	76,00	166,00	118,00

Katılımcıların tanıtıcı özelliklerine göre SYBD II alt boyut ve toplam puanları karşılaştırıldığında anne ve babanın eğitim durumu, ailenin ekonomik durumu, kalınan yer, sigaraya başlama zamanı, sigara kullanma nedeni, alkol kullanma durumuna göre ortalamalar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 2).

Çalışmaya katılanların nikotin bağımlılık düzeylerine göre SYBD II alt boyut ve toplam puan ortalamaları arasında istatiksel olarak anlamalı bir fark olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 2).

Katılımcıların cinsiyet değişkenine göre SYBD II Fiziksel Aktivite puan ortalamasının erkek bireylerde kadın bireylere göre daha yüksek olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ölçeğin diğer alt boyutları ve toplam puan ortalamaları açısından iki cinsiyet arasında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2: Katılımcıların Tanıtıcı Özelliklerine ve Nikotin Bağımlılık Düzeylerine Göre SYBD II Alt Boyut ve Toplam Puan Değerlerinin Karşılaştırılması (n=67)

	SYBD II Beslenme $Q_2(Q_1-Q_3)$*	**SYBD II Fiziksel Aktivite** $Q_2(Q_1-Q_3)$*	**SYBD II Sağlık Sorumluluğu** $Q_2(Q_1-Q_3)$*	**SYBD II Stres Yönetimi** $Q_2(Q_1-Q_3)$*	**SYBD II Kişilerarası İlişkiler** $Q_2(Q_1-Q_3)$*	**SYBD II Manevi Gelişim** $Q_2(Q_1-Q_3)$*	**SYBD II Toplam** $Q_2(Q_1-Q_3)$*
Cinsiyet							
Kadın	19,00(15,00-21,00)	16,00(13,00-18,00)	19,00(17,00-22,00)	19,00(16,00-22,00)	24,00(21,00-27,00)	24,00(22,00-29,00)	118,00(109,00-141,00)
Erkek	17,00(15,00-21,00)	19,00(16,00-21,00)	19,00(18,00-22,00)	20,00(16,00-22,00)	24,00(21,00-29,00)	25,00(20,00-29,00)	120,00(115,00-132,00)
	U=-1,198	U=-2,778	U=-0,866	U=-0,493	U=-0,081	U= -0,068	U=-1,044
	p=0,231	**p=0,006**	p=0,387	p=0,622	p=0,935	p=0,946	p=0,297
Annenin Eğitim Durumu							
Okur-Yazar	17,00(14,00-19,00)	16,00(15,00-19,00)	18,00(14,00-20,00)	17,00(15,00-21,00)	22,00(19,00-24,00)	22,00(20,00-23,00)	115,00(96,00-120,00)
İlköğretim	17,50(15,00-20,00)	16,50(14,00-20,25)	19,00(17,00-22,00)	19,50(16,00-21,00)	24,50(21,75-28,25)	24,00(23,00-28,00)	122,00(113,50-135,50)
Lise	19,00(17,25-21,00)	16,50(12,50-20,75)	19,00(17,00-22,00)	16,00(14,50-23,50)	23,00(18,50-28,00)	20,00(18,00-29,00)	125,50(113,00-151,75)
Üniversite	16,00(14,00-18,50)	18,00(13,50-19,00)	19,00(17,00-22,00)	16,00(14,50-23,50)	23,00(18,50-28,00)	20,00(18,00-28,00)	111,00(110,00-129,50)
	kw =7,843	kw=0,121	kw=4,242	kw=6,956	kw=7,160	kw=8,020	kw=5,885
	p=0,097	p=0,998	p=0,374	p=0,138	p=0,128	p=0,091	p=0,208
Babanın Eğitim Durumu							
Okur-Yazar	15,50(9,75-18,75)	14,50(10,50-18,50)	21,00(15,50-23,50)	17,50(12,50-23,25)	24,00(21,50-25,25)	23,50(20,00-29,25)	120,00(92,50-128,25)
İlköğretim	18,50(16,00-20,00)	16,00(14,00-19,50)	19,00(17,00-22,25)	18,50(16,00-22,00)	25,00(21,00-29,00)	24,00(23,00-29,00)	116,50(110,75-129,75)
Lise	19,00(15,00-21,00)	17,00(14,00-20,00)	19,00(17,00-22,00)	19,00(16,00-21,00)	25,00(21,00-29,00)	24,00(23,00-29,00)	121,00(112,00-141,00)
Üniversite	18,00(16,25-19,75)	18,50(15,25-20,75)	18,50(17,25-21,25)	21,00(19,25-24,75)	24,50(21,25-31,75)	24,50(21,25-31,75)	123,50(113,00-142,75)
	kw=3,059	kw=2,238	kw=0,651	kw=3,869	kw=1,241	kw=0,331	kw=1,311
	p=0,383	p=0,525	p=0,885	p=0,276	p=0,743	p=0,954	p=0,726
Ailenin Ekonomik Durumu							
Kötü	18,50(16,00-21,00)	16,00(14,25-19,75)	19,00(14,00-20,75)	20,00(15,50-23,50)	23,00(22,00-28,50)	24,50(21,25-29,25)	119,50(109,25-144,00)
Orta	18,00(16,00-20,00)	16,00(13,00-20,50)	19,00(17,50-22,50)	19,00(16,00-21,50)	24,00(20,50-28,50)	24,00(22,50-28,00)	118,00(112,00-136,50)
İyi	18,00(15,00-21,00)	17,50(15,00-19,00)	18,50(17,00-22,00)	19,50(17,00-21,00)	24,50(21,50-28,25)	23,50(21,00-29,25)	118,00(112,75-136,25)
	kw=0,416	kw=0,738	kw=1,009	kw=0,438	kw=0,093	kw=0,081	kw=0,123
	p=0,812	p=0,691	p=0,604	p=0,803	p=0,955	p=0,960	p=0,940

Kalınan Yer							
Ailemle Birlikte	19,00(15,00-21,00)	16,50(14,00-21,00)	19,50(18,00-23,25)	19,50(17,00-22,25)	24,00(20,75-30,00)	24,50(21,75-29,25)	118,00(112,50-148,50)
Yurtta	18,00(15,00-20,00)	17,00(14,00-21,00)	19,00(17,00-21,00)	20,00(16,00-21,00)	24,00(20,00-26,00)	24,00(22,00-27,00)	118,00(110,00-132,00)
Evde Arkadaşlarla	17,00(15,25-20,25)	15,50(12,50-19,50)	20,50(13,25-25,00)	15,50(13,75-21,75)	25,50(22,50-26,00)	26,50(19,75-29,25)	119,50(109,00-131,25)
	kw=0,559	kw=0,503	kw=2,757	kw=2,836	kw=0,467	kw=0,524	kw=1,032
	p=0,756	p=0,778	p=0,252	p=0,242	p=0,792	p=0,769	p=0,597
Sigaraya Başlama Zamanı							
Ortaokul ve öncesi	17,00(14,50-20,00)	17,00(15,50-19,50)	19,00(14,00-21,50)	19,00(14,50-21,50)	24,00(20,00-27,50)	24,00(21,00-28,00)	118,00(104,50-133,00)
Lise	18,50(15,00-21,00)	17,00(14,00-21,00)	19,00(17,00-22,25)	19,50(16,00-22,00)	24,00(20,75-29,00)	24,00(22,75-29,25)	122,00(112,50-144,00)
Lise-Üniversite Arası	17,50(15,75-20,00)	14,50(12,00-16,50)	18,50(17,00-19,25)	17,50(15,75-20,00)	24,00(21,00-25,00)	22,50(20,00-25,00)	112,50(109,75-116,50)
Üniversite	23,50(14,25-48,25)	21,00(15,75-43,00)	20,50(13,50-44,50)	23,00(15,00-46,75)	26,50(14,25-52,75)	27,50(15,75-52,75)	142,00(88,50-151,75)
	kw=3,005	kw=5,550	kw=2,089	kw=3,130	kw=0,304	kw=3,955	kw=5,232
	p=0,391	p=0,136	p=0,554	p=0,372	p=0,959	p=0,266	P=0,156
Sigara Kullanma Nedeni							
Strese İyi Gelmesi	16,00(14,00-26,00)	18,00(15,00-21,00)	19,00(16,00-22,00)	19,00(16,00-26,00)	24,00(23,00-32,00)	24,00(20,00-25,00)	118,00(108,00-145,00)
Zevk vermesi	18,50(16,25-20,75)	15,50(12,25-20,50)	19,00(16,25-22,00)	19,00(17,00-21,00)	24,50(22,25-28,75)	24,50(23,00-29,00)	118,00(113,00-143,00)
Bağımlılık/Alışkanlık	17,00(15,00-21,00)	16,00(14,00-19,00)	19,00(18,00-22,00)	20,00(15,00-22,00)	23,00(20,00-29,00)	24,00(21,00-30,00)	120,00(110,00-135,00)
Diğer	19,00(15,50-20,00)	19,00(16,00-21,00)	18,00(17,00-21,50)	20,00(15,50-23,00)	23,00(19,50-26,00)	23,00(21,50-26,00)	118,00(117,50-128,50)
	kw=0,577	kw=2,420	kw=0,381	kw=0,306	kw=2,766	kw=1,649	kw=0,176
	p=0,902	p=0,490	p=0,944	p=0,959	p=0,429	p=0,648	p=0,981
Alkol Kullanma Durumu							
Evet	16,50(14,25-19,75)	16,50(13,00-19,00)	19,00(14,00-21,00)	16,50(15,00-19,75)	24,00(21,25-29,00)	24,00(20,25-27,75)	115,50(111,00-129,25)
Hayır	19,00(16,00-21,00)	17,00(14,50-20,00)	19,00(17,00-22,00)	20,00(17,00-22,00)	24,00(20,50-28,00)	24,00(22,00-29,50)	120,00(111,00-144,50)
Bıraktım	20,00(14,25-39,00)	14,00(9,00-35,25)	22,00(14,25-42,00)	22,00(12,75-43,50)	24,50(18,00-42,00)	26,00(16,50-45,75)	128,50(84,75-131,25)
	kw=4,540	kw=1,303	kw=3,058	kw=6,393	kw=0,037	kw=0,444	kw=1,835
	p=0,103	p=0,521	p=0,217	p=0,051	p=0,982	p=0,801	p=0,400
Nikotin Bağımlılık Düzeyi							
Düşük	18,00(15,00-20,00)	16,00(14,00-20,00)	18,00(17,00-22,00)	18,00(16,00-22,00)	24,00(20,00-26,00)	23,00(21,00-25,00)	115,00(108,00-121,00)
Orta	19,00(16,00-21,00)	18,00(14,00-20,00)	19,00(18,00-22,00)	20,00(16,00-22,00)	24,00(21,00-30,00)	25,00(23,00-30,00)	126,00(113,00-144,00)
Yüksek	16,00(12,50-18,00)	16,00(13,00-16,50)	19,00(13,00-23,00)	17,00(14,00-22,00)	26,00(20,00-30,00)	24,00(20,50-26,00)	127,00(93,50-130,50)
	kw=2,980	kw=1,869	kw=0,971	kw=1,756	kw=0,499	kw=3,736	kw=2,892
	p=0,225	p=0,393	p=0,616	p=0,416	p=0,779	p=0,154	p=0,235

U: Mann Whitney U Test, kw: Kruskal Wallis Test. * $Q_2(Q_1\text{-}Q_3)$: 1.,2., ve 3. çeyrekler

Araştırmaya katılan öğrencilerin FNBT ölçeği ile SYBD II alt boyut ve toplam puan değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (p>0,05) (Tablo 3).

Tablo 3: Katılımcıların FNBT Ölçeği - SYBD II Ölçek Alt boyut ve Toplam Puan Korelasyonları (n=67)

	SYBD II Beslenme	SYBD II Fiziksel Aktivite	SYBD II Sağlık Sorumluluğu	SYBD II Stres Yönetimi	SYBD II Kişilerarası İlişkiler	SYBD II Manevi Gelişim	SYBD II Toplam
FNBT Ölçeği							
r_s*	-0.050	0,019	0,064	0,045	0,087	0,147	0,123
p	0,688	0,877	0,607	0,720	0,485	0,234	0,323

*Spearman Korelasyon analizi

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde en önemli toplumsal sağlık sorunlarından birisi de sigara içme alışkanlığıdır. Nikotin bağımlılığı olan kişiler bırakmak istese bile sigarayı bırakamamaktadır (Bozkurt & Bozkurt, 2016). Sağlığın geliştirilmesi bireyin iyilik durumunu daha da iyileştirilmesini ve sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının kalıcı olmasını hedefler. Bireylerin kendi tutum ve davranışları hastalıkların oluşmasında büyük rol oynamaktadır. Toplumda sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının kalıcı olması sağlık personellerinin eğitimleri ve yönlendirmesi sayesinde olacaktır. Sağlık personellerinin topluma olumlu örnek teşkil etmesi gerekmektedir (Şen et al., 2015).

Bu çalışmada sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeğinde en yüksek puan ortalaması manevi gelişim (24,93 ± 4,47) ve kişiler arası ilişkiler (24,49 ± 4,72) alt grubunda bulunmuştur. En düşük puan ortalaması fiziksel aktivite (16,94 ± 4,61) alt boyutunda bulunmuştur. Benzer sonuçlar diğer çalışmalarda da bulunmuştur (Erzncanli, Zaybak, & Khorshid, 2015; Şen et al., 2015). Araştırmada SYBD II ölçeği puan ortalaması 123,19 ± 19,00 bulunmuştur. Tıp fakültesi öğrencilerinde yapılan bir çalışmada sağlıklı yaşam biçimi davranış ölçeği puan ortalaması 134,4 ± 9,7 olduğu bulunmuştur (Şimşek et al., 2012). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek okulunda yapılan bir çalışmada aynı ölçeğin puan ortalaması 118,01 ± 21,0 bulunmuştur (Şen et al., 2015). Bu araştırma bulguları ile literatürün benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Araştırmada öğrencilerin %58,2'si düşük düzey nikotin bağımlısı oldukları bulundu. Öğrencilere yapılan bir diğer çalışmada da bağımlılık düzeyi benzer bulunmuştur (Doğanay, Özdemir, & Trabzon, 2017). Yengil ve ark. (Yengil et al., 2014)'nın çalışmasında

öğrencilerin bağımlılık düzeyleri çoğunlukla düşük bulunmuştur. Çalışma bulgularının farklı olması Yengil'in örneklem sayısının fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünüldü.

Sonuç olarak; SYBD II ölçeğinin puan ortalamalarının düşük düzey olduğu, öğrencilerin yarısının nikotin bağımlılığının orta düzey olduğu ve iki ölçek arasında anlamlı ilişki bulunmadığı bulundu. Sağlık alanında çalışacak olan öğrencilerin sigaranın zararlarını ve sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının önemini anlamaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Bahar, Z., Beşer, A., Gördes, N., Ersin, F., & Kıssal, A. (2008). Sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeği II'nin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *C.Ü. Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, *12*(1), 1–13. Retrieved from https://toad.halileksi.net/sites/default/files/pdf/saglikli-yasam-bicimi-davranislari-olcegi-ii-toad.pdf

Benowitz, N. L. (2010). Nicotine addiction. *New England Journal of Medicine*, *362*(24), 2295. https://doi.org/10.1056/NEJMra0809890

Bozkurt, N., & Bozkurt, A. İ. (2016). Nikotin Bağımlılığını Belirlemede Fagerström Nikotin Bağımlılık Testinin (Fbnt) Değerlendirilmesi Ve Nikotin Bağımlılığı İçin Yeni Bir Test Oluşturulması. *Pamukkale Medical Journal*, *9*(1), 45–51. https://doi.org/10.5505/ptd.2016.65365

Doğanay, S., Özdemir, A. E., & Trabzon, Ş. (2017). Nicotine Dependence Level of University Students Relating To Type of Education and Gender. *International Journal of Health Services Research and Policy*, *2*(2), 38–43. https://doi.org/10.23884/ijhsrp.2017.2.2.06

Erzncanli, S., Zaybak, A., & Khorshid, L. (2015). Hemşirelik Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ve Zaman Yönetimi Becerileri. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, *31*(2), 8–25.

Pender NJ, Murdaugh CL, P. M. (2008). Health Promotion in Nursing Practice. *7 Edition*, (October 2007), 1–22.

Prochaska, J. J., & Benowitz, N. L. (2019). Current advances in research in treatment and recovery: Nicotine addiction. *Science Advances*, *5*(10). https://doi.org/10.1126/sciadv.aay9763

Şen, M. A., Ceylan, A., Kurt, M. E., Palancı, Y., & Adın, C. (2015). Sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının incelenmesi. *Dicle Medical Journal*, *44*, 59–66.

Shiffman, S., Scharf, D. M., Shadel, W. G., Gwaltney, C. J., Dang, Q., Paton, S. M., & Clark, D. B. (2006). Analyzing milestones in smoking cessation: Illustration in a nicotine patch trial in adult smokers. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *74*(2), 276–285. https://doi.org/10.1037/0022-006X.74.2.276

Şimşek, H., Öztoprak, D., İkizoğlu, E., Safali, F., Yavuz, Ö., Onur, Ö., … Çiftçi, Ş. (2012). Araştırma Tıp Fakültesi Öğrencilerinde Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ve İlişkili Etmenler. *DEÜ TIP FAKÜLTESİ DERGİSİ*, *26*(3), 151–157. Retrieved from https://www.journalagent.com/deutip/pdfs/DEUTFD_26_3_151_157.pdf

Tulloch, A. (2005). What do we mean by health? *British Journal of General Practice*, *55*(513), 320–323.

Uçar, B. (2019). *Çalışan Ve Çalışmayan Öğrencilerin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları, Benlik Saygısı Ve Yaşam Doyumu Düzeylerinin İncelenmesi*.

Uysal, M. A., Kadakal, F., Karşidag, C., Bayram, N. G., Uysal, O., & Yilmaz, V. (2004). Fagerstrom test for nicotine dependence: reliability in a Turkish sample and factor analysis. *Tüberküloz ve Toraks*, *52*(2), 115–121.

Vural, P. I., & Bakır, N. (2015). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ve Etkileyen Faktörler. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (1), 36–42.

Yengil, E., Çevik, C., Demirkıran, G., Akkoca, A. N., Özler, G. S., & Özer, C. (2014). Tıp Fakültesi Öğrencilerinin Sigara İçme Durumu ve Sigara İle İlgili Tutumları. *Konuralp Tıp Dergisi*, *2014*(3), 1. https://doi.org/10.18521/ktd.34618

SİLİNDİR ÜZERİNDEKİ LAMİNER AKIŞIN PASİF KONTROLLÜ SAYISAL ANALİZİ

Doç. Dr. Coşkun ÖZALP*

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. Mustafa Söyler

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Yapılan bu çalışmada, dairesel bir silindir üzerinde zamandan bağımsız ve bağımlı iki boyutlu laminer akış ve ayrıca bu akışın silindir üzerindeki pürüzlülüklerden faydalanarak pasif olarak kontrolü incelenmiştir. Yapılan HAD analizlerinde laminer akış koşulları kullanılarak çözümler yapılmıştır. Laminer akış analizlerinde sürekli ve sürekli olmayan çözümler kullanılmıştır. HAD analizlerinin sonuçları literatürde yer alan sürükleme katsayısı, basınç katsayısı ve Strouhal sayısı dağılımı ile doğrulanmıştır. Çalışmada üç adet pürüzlülük (0.5mm, 1mm ve 1.5mm) incelenmiş olup laminer akışta sürükleme katsayısının dairesel silindire göre sırası ile %3.93, %3.93 ve %1.78 oranlarında azalması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Pasif Akış Kontrolü, HAD, Silindir Üzerindeki Akış*

PASSIVE CONTROLLED NUMERICAL ANALYSIS OF LAMINAR FLOW ON CYLINDER

ABSTRACT

In this study, time steady and unsteady two-dimensional laminar flow on a circular cylinder as well as passive control of this flow by using the grooved on the cylinder is examined. In the HAD analysis, solutions were made using laminar flow conditions. Steady and unsteady solutions were used in laminar flow analysis. The results of HAD analyzes were confirmed by the distribution of drag coefficient, pressure coefficient and Strouhal number in the literature. In this study, three grooved (0.5mm, 1mm and 1.5mm) were examined and the drag coefficient in the laminar flow was decreased by %3.93, %3.93 and %1.78 respectively.

Keywords: *Passive Flow Control, HAD, Flow Over Cylinder*

1.GİRİŞ

Günümüzde silindir etrafındaki akış makine, enerji, havacılık, inşaat ve kimya gibi farklı alanlarda çalışılmaktadır. Kimyasal karıştırıcılar, gürültü ve titreşim kontrolü, hava olaylarının kontrolü gibi mühendislik uygulamalarında silindir üzerindeki akışa benzer durumlar gözlemlenmektedir. Dairesel bir silindirin arkasındaki akış, akışkanlar mekaniğinde sadece geometrik basitlikten değil, mühendislikteki pratik öneminden dolayı da önemli bir araştırma

konusu olmuştur. Neredeyse bir asırdan fazla kapsamlı deneysel ve sayısal çalışmalara rağmen, dairesel bir silindirin etrafındaki akış, akışkanlar mekaniğinde hala zorlu bir problem olmaya devam etmektedir. Silindir girdap akışının karmaşık kararsız dinamiklerini anlamak için bugün bile yoğun araştırmalar devam etmektedir. Sabit bir dairesel silindirin eksenine normal çapraz akış ve çok çeşitli mühendislik uygulamalarında ısı ve kütle taşınımı ile ilgili problemlerle karşılaşılmaktadır (Apaçoğlu, 2010). Hem deneysel ölçümler hem de sayısal hesaplamalar, kritik bir Reynolds sayısının ötesinde bir silindirin arkasındaki girdap akışının dengesizliğinin başladığını ve literatürde von Kármán vorteks caddesi olarak iyi bilinen belirli frekanslarla tanımlanan bir tür periyodik akışa yol açtığını doğrulamıştır. Silindirlerden geçen laminer akış durumunda, akış genellikle kesit geometrisinin kendisinin bir veya daha fazla keskin köşesinden ayrılır ve orta simetri düzleminin her iki tarafında bir girdap sistemi oluşturur. Sürekli laminer akış, $5<Re<48$ silindirin arkasında oluşturulan bir çift simetrik karşı dönen girdap ile bulunur (Rajani ve diğerleri,2009). Silindir etrafındaki akış düzensizlikleri laminer ve türbülanslı akış rejimleri olarak ortaya çıkmaktadır. Roshko (1955) bir küt cismin arkasındaki girdap dökülme periyodunu ölçtüğü gibi birçok araştırmacı laminar girdap dökülme sıklığını (Strouhal sayısını) düşük Reynolds sayılarında ($50<Re<200$) ölçmüş ve karşılaştırmıştır. Ölçüm verileri, yaklaşık 49 olan kritik bir Reynolds sayısının ötesinde, art iz bölgesinin yakınında sürekliliğin kararsız hale geldiğini ve art iz bölgenin sonunda yakın bir enine salınmanın başladığını göstermektedir (Zdravkovich, 1997). Reynolds sayısı daha da arttıkça, girdaplar, Reynolds sayısına bağlı olarak silindir yüzeyinden üst ve altından dönüşümlü olarak belirli bir frekansta salınım yapar. Zdravkovich (1997), blokaj göz ardı edilebildiği zaman bile, neredeyse art iz bölgenin dengesizliğinin başladığı bu kritik Reynolds sayısının rapor edilen değerlerinin geniş dağılımını ifade etmiştir. Norberg (1987), girdap kopmalarının başlangıcı için bu kritik Reynolds sayısının Re=47.4'te neredeyse sabit olduğunu bildirmiştir, ancak sadece en-boy oranı 40'tan büyük olan silindirler için bu başlangıç oranı azaldıkça gecikebilir. Mittal (2001), silindirin en boy oranının, sürekli akıştan sürekli olmayan akışa geçişin yanı sıra girdap kopma başlangıcını da etkilediği sonucuna varmıştır. Zdravkovich (1997), 1938'den beri mevcut olan silindirler üzerindeki neredeyse tüm deneysel, analitik ve sayısal simülasyon verilerini derlemiştir. Akışın silindir üzerindeki etkilerini azaltabilmek veya salınımı sönümleyebilmek için bir kontrol stratejisi geliştirmek mümkündür. Silindir üzerindeki akışın kontrolü için birçok pasif ve aktif kontrol yöntemleri mevcuttur. Pürüzlülüğü olan dairesel bir silindir Achenbach ve diğerleri (Achenbach, 1971 ve Achenbach ve diğerleri, 1981), Nakamura ve diğerleri (Nakamura ve diğerleri, 1982) ve Adachi ve diğerleri (Adachi ve diğerleri, 1989 ve 1995) tarafından deneysel olarak incelenmiştir.

Bu çalışmada, silindir üzerindeki laminer akış Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yardımıyla modellenmiş ve pasif kontrol yöntemi ile akış kontrolü incelenmiştir.

2. SAYISAL METOT

Kararsız laminer sıkıştırılamaz akış için Navier-Stokes denklemleri, mevcut simülasyonda kullanılan ortogonal olmayan eğrisel koordinatlarda kompakt bir şekilde aşağıdaki gibi yazılabilir:

Kartezyen hız bileşeni Ui için momentum denklemi:

$$\frac{\partial(\rho U_i)}{\partial t} + \frac{1}{J}\frac{\partial}{\partial x_j}\left[(\rho U_i U_k \beta_i^j) - \frac{\mu}{J}\left(\frac{\partial U_i}{\partial x_m} B_m^j + \frac{\partial U_k}{\partial x_m}\beta_i^m \beta_k^j\right) + P\beta_i^j\right] = S_{U_i} \quad (1)$$

burada J kartezyen ve eğrisel koordinatlar arasındaki Jacobian dönüşümüdür, β_j^i ve B_j^i, geometrik dönüşüme ilişkin ilgili metrik bileşiklerdir, P, basınçtır ve j, k ve m, ızgara yönleri boyunca tekrarlanan toplama indeksleri olarak kullanılır. U_i, 'i' yönünde çözülmüş ortalama kartezyen hızdır. Bu üç momentum denklemi süreklilik denklemi ile aşağıdaki şekilde daha da desteklenir:

Kütle korunumu (süreklilik):

$$\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho U_k \beta_k^j\right) = 0 \quad (2)$$

Tüm hesaplamalar, akışın zamana göre doğru bir şekilde tahmin edilmesi için örtülü basınca dayalı bir nihai hacim Navier-Stokes algoritması (RANS) kullanılmıştır. Laminer akış HAD simülasyonları, ANSYS Fluent programında Basınç-Tabanlı Navier-Stokes denklemleri çözülerek yapılmıştır (Apaçoğlu, 2010). Bu yöntemde akış sıkıştırılamaz olarak kabul edilmiş ve çözüm iki boyutlu olarak gerçekleştirilmiştir.

Sürükleme katsayısı (C_d), sürükleme kuvvetinin büyüklüğü (F_D), akışın temas ettiği silindirin projeksiyon alanı (A), akışkanın yoğunluğu (ρ) ve hızı (U) kullanılarak Denklem 3'teki gibi ifade edilir (Munson ve diğerleri, 2006).

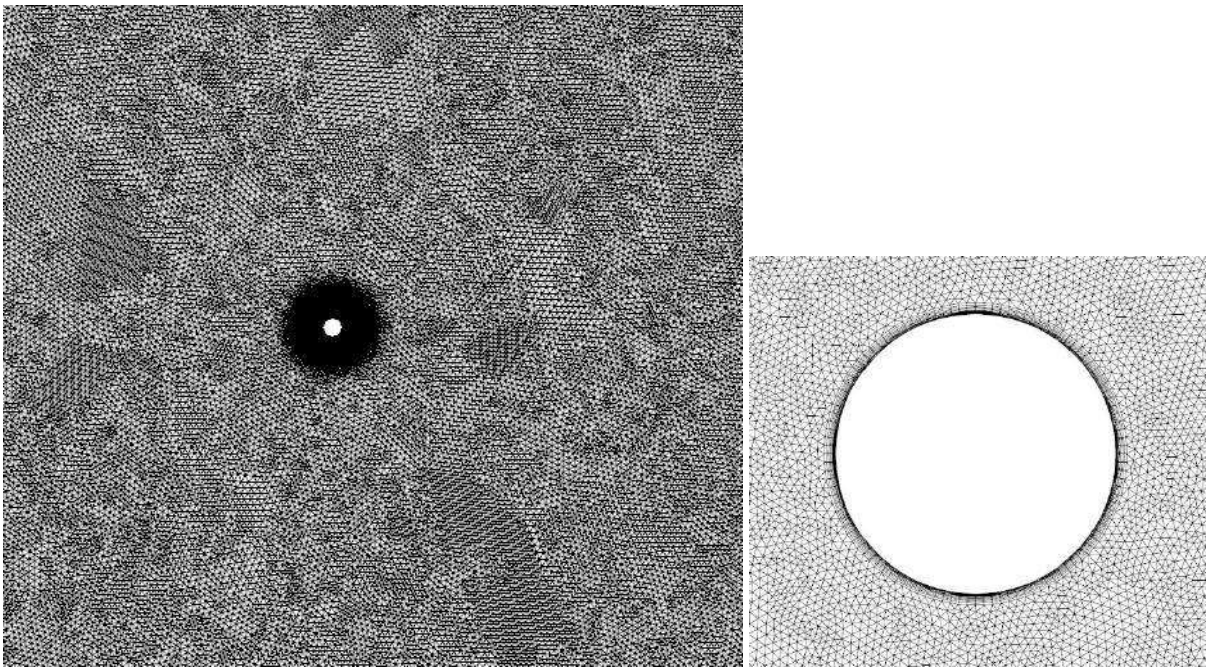
$$C_d = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho U^2 A} \quad (3)$$

Strouhal sayısı (St), akışın belirli bir noktasındaki hızın zamana bağlı değişiminden dolayı oluşan kuvvetin, hızın akış alanındaki bir noktadan başka bir noktaya göre değişiminden dolayı oluşan kuvvete oranı ile bulunur (Munson ve diğerleri, 2006).

$$St = \frac{fD}{U} = \frac{hızdaki\ yerel\ değişimden\ dolayı\ oluşan\ kuvvet}{taşınım\ nedeniyle\ oluşan\ kuvvet} \quad (4)$$

Bu çalışmada HAD analizleri 1<Re<150 için yapılmıştır. Farklı akış koşulunda Re sayısı kritik Re sayısından (Re=48'den) küçük ve büyük olacak şekilde von Kármán girdap caddesi gözlemlenebilecek şekilde daimî ve daimî olmayan akış olarak seçilmiştir. Pürüzsüz silindir ve farklı yüzey pürüzlülüklerindeki silindirlerin analizleri yapılmıştır. Sınır şartları literatürdeki çalışmalar ve HAD analizindeki deneyimlerden faydalanılarak belirlenmiştir.

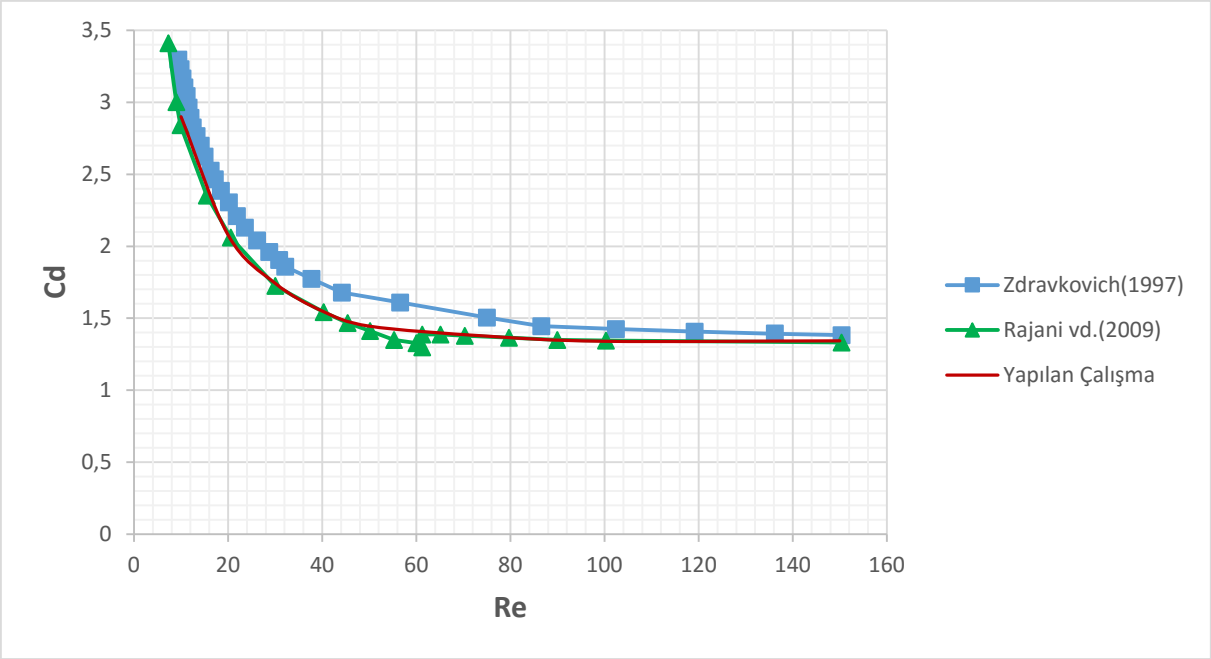
Mesh (ağ yapısı) çözümün doğruluğu, yakınsama hızı ve gereken CPU süresi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İyi bir sonuç için ağ kalitesi çok önemlidir. Duvarların ve sınır tabakanın yakınındaki ağın, özel ağ boyutu oluşturarak rafine edilmesi gerekir. Bu nedenle, bu çalışmada, sağlanan modelde iki boyutlu üçgen ve dörtgen olan hibrid ağ kullanılmıştır. Üçgen ızgaralar, akışkanın aktığı yerde, dörtgen ızgaralar ise silindir çevresini analiz etmek için kullanılır. Silindirin çapı 0,025 metredir ve hesaplama alanı ise silindir merkezde olacak şekilde x ve y yönünde 40D olacak şekilde oluşturulmuştur. Referans değerleri doğru bir şekilde tanımlanmalıdır çünkü sürükleme ve kaldırma katsayısı bu değerler kullanılarak hesaplanmaktadır. Referans değerleri penceresindeki alan 0,025 m^2 olarak seçilmiştir. Mesh yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Silindir sınır tabaka için özellikle kare mesh kullanılmıştır.



Şekil 1. Mesh (Ağ) yapısı

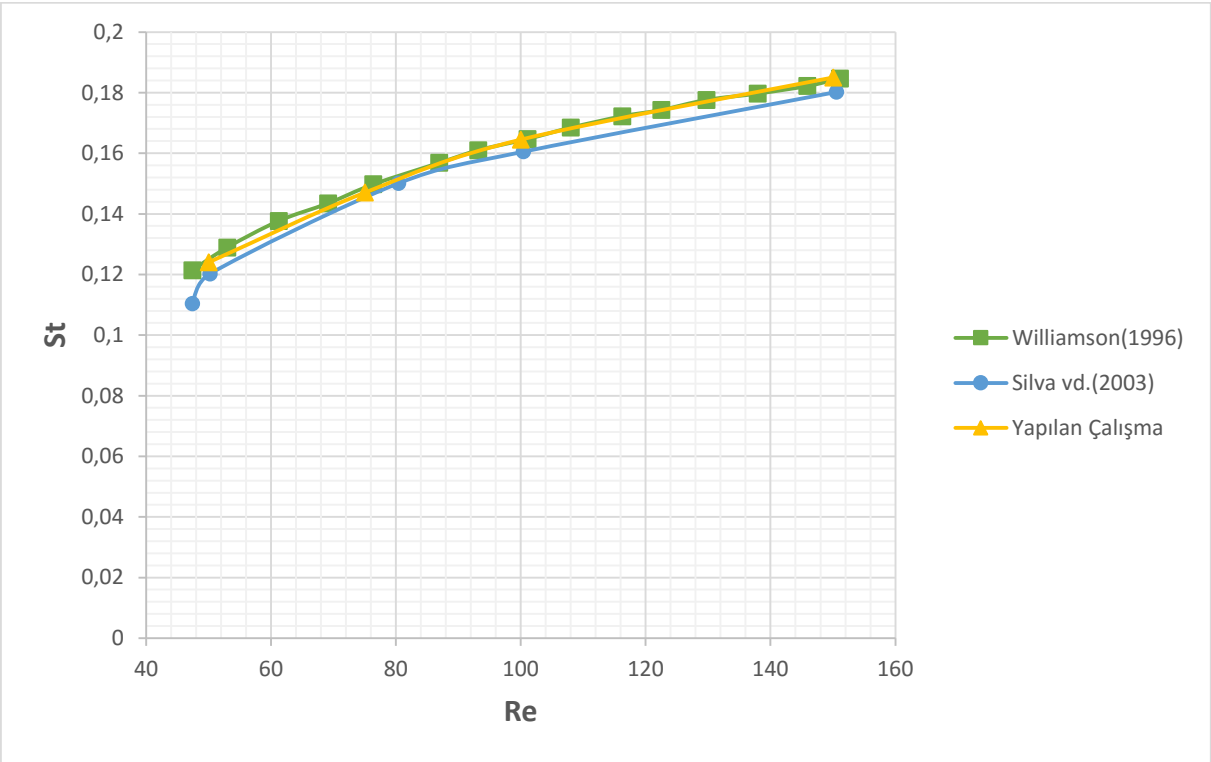
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Pürüzsüz silindirin akış analizlerinin sonuçları literatürdeki farklı deneysel ve sayısal çalışmalarla karşılaştırılmış ve bu çalışmalara yakın sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 2'de analizi yapılan pürüzsüz silindirin farklı Reynolds sayılarında sürükleme katsayıları (C_d) ile ilişkisi görülmektedir.

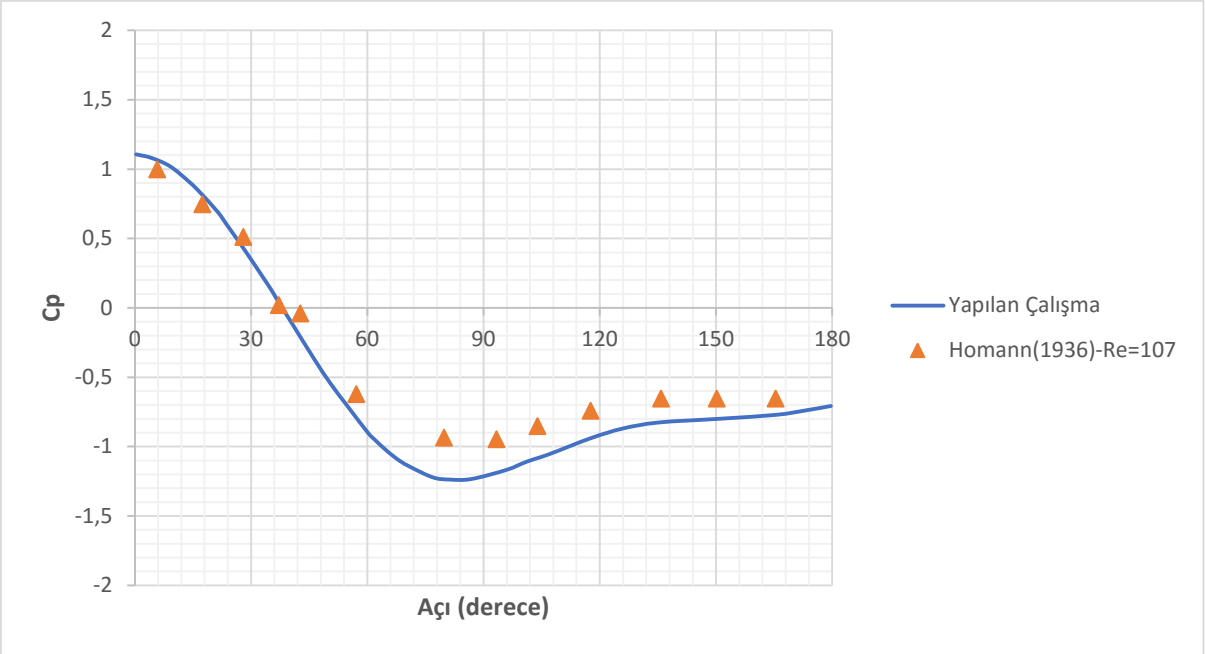


Şekil 2. Farklı Re sayılarında sürükleme katsayısının değişimi

Farklı Reynolds sayılarında silindirin arkasında periyodik bir şekilde ilerleyen girdapların kopma periyodu olan Strouhal sayısı elde edilmiş farklı deneysel ve sayısal çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. (Şekil 3)

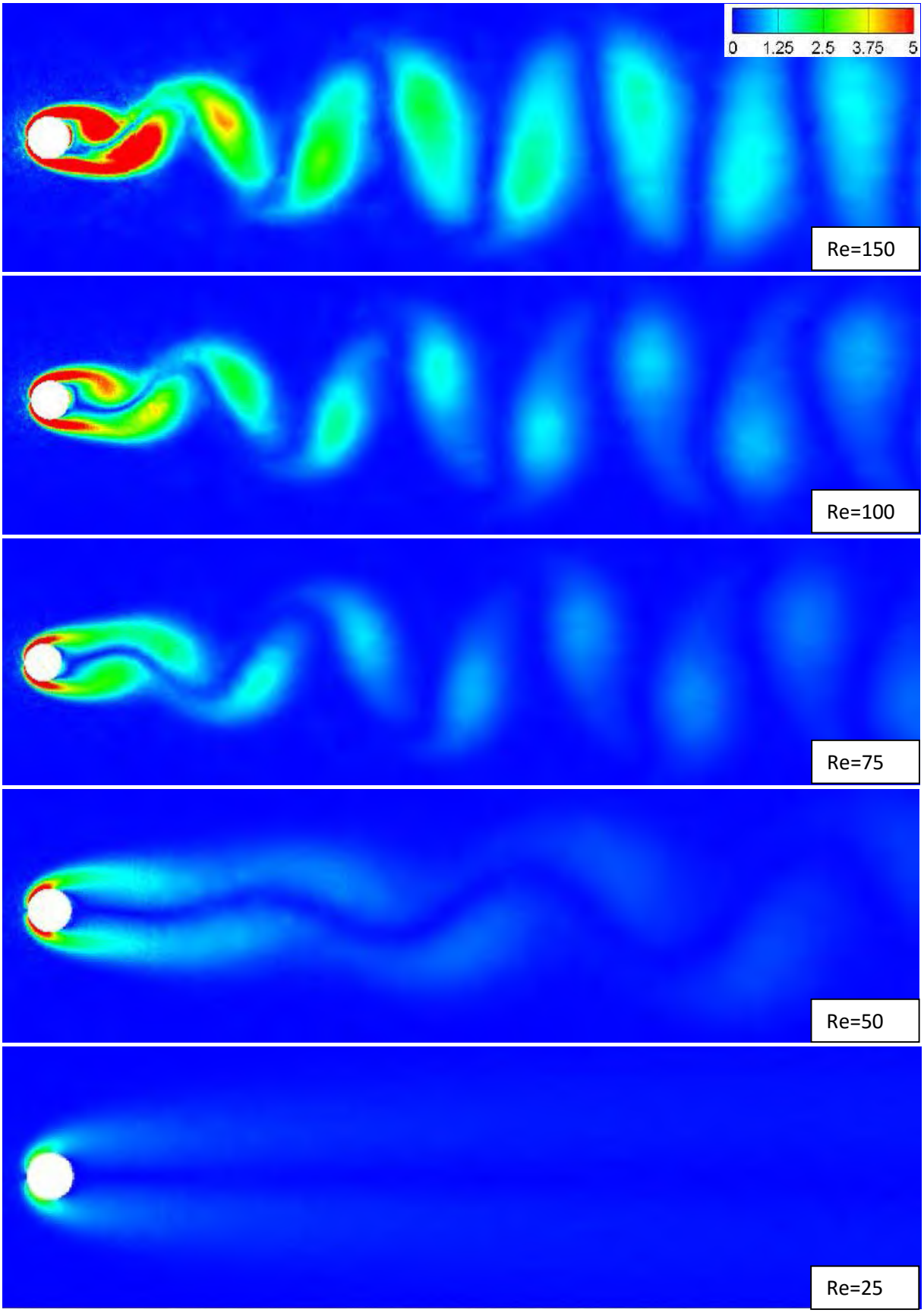


Şekil 3. Farklı Re sayılarında Strouhal sayısının değişimi



Şekil 4. Re=100 değerinde silindir üzerindeki basınç katsayısı dağılımının sayısal ve deneysel (Homann, 1936) sonuçları

Şekil 5, beş farklı Reynolds sayısının vortisite alanını göstermektedir. Re=25 değerinde akış simetriktir. Re=50 ile Re=150 arası için kararsızlıklar meydana gelir ve akış tamamen asimetriktir. Re=48 sayısından sonra von Kármán vorteks caddesi Şekil 5'te ayrıntılı bir şekilde görülmektedir.

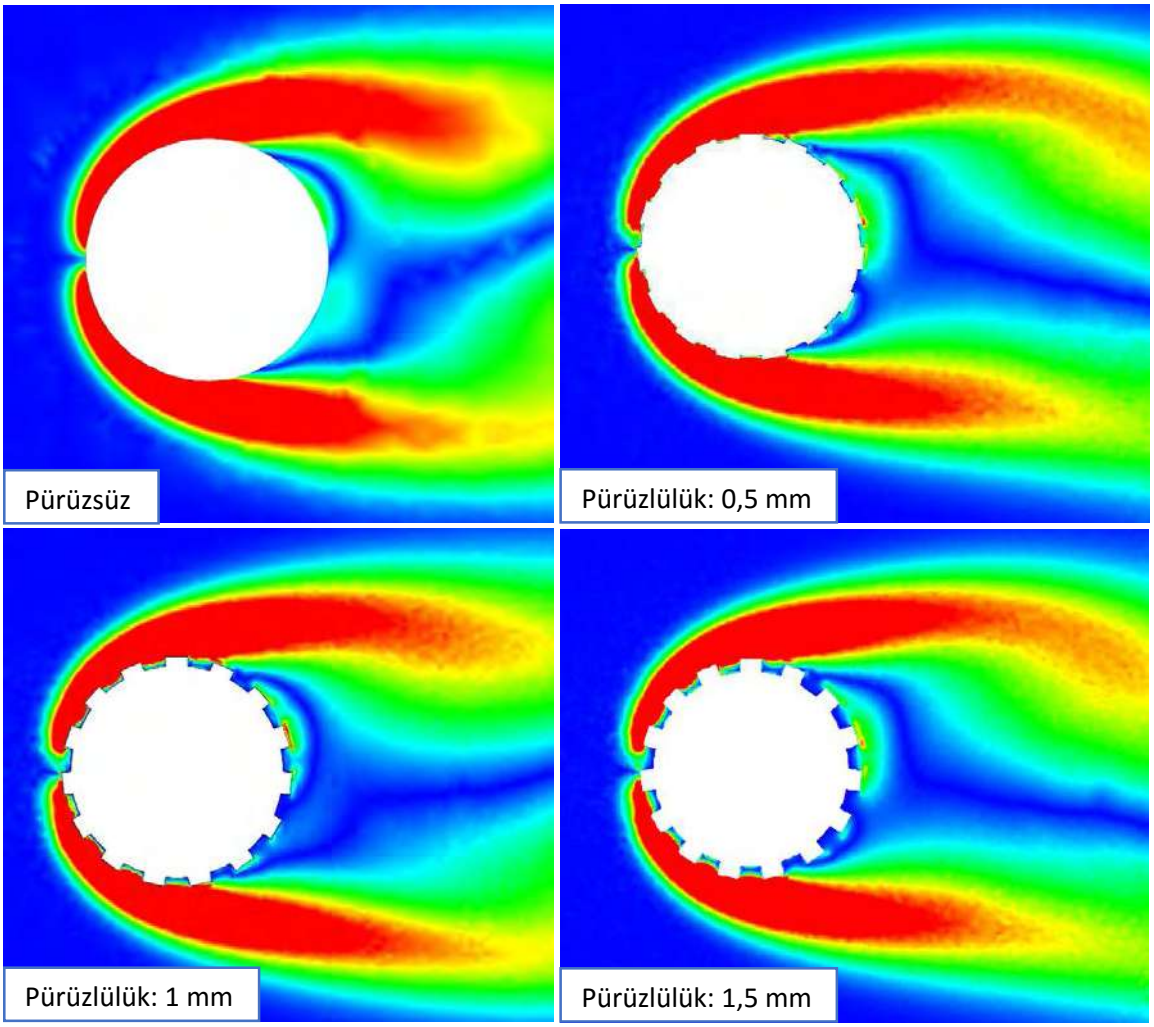


Şekil 5. Farklı Re sayılarında vortisite alanları

Farklı pürüzlülüklerde Re=100 sayısında Cd katsayıları ve St sayıları incelenmiş sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Sonuçlardan da görüleceği üzere pürüzlülüğün 0,5 mm olması durumunda Cd katsayısı pürüzsüz silindire göre %3,93 azalmış, St sayısı da %15,5 azalmıştır. Pürüzlülük 1 mm'ye çıkarıldığında Cd katsayısında ve St sayısında önemli bir düşüş görülmemiştir. Pürüzlülük 1,5 mm ye çıkarıldığında ise Cd katsayısı ve St sayısı pürüzsüz silindire göre azalmış ancak 0,5 mm ve 1 mm pürüzlülüğündeki silindirlere göre azalma sağlanmamıştır. Şekil 6' da Re=100 sayısında pürüzsüz ve pürüzlü silindirlerin vortisite şiddetleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Re=100 değerinde pürüzsüz ve pürüzlü silindirlerin sürükleme katsayıları (Cd) ve Strouhal sayıları (St)

	C_d	St
Pürüzsüz Silindir	1,344	0,1645
0,5 mm	1,285	0,139
1 mm	1,285	0,139
1,5 mm	1,3201	0,14



Şekil 6. Re=100 sayısında pürüzsüz ve pürüzlü silindirlerin vortisite şiddetleri

4. SONUÇ

Bu çalışmada, iki-boyutlu silindir üzerindeki akışın kontrolsüz ve pasif kontrollü HAD analizleri yapılmıştır. Pasif akış kontrolü, silindir yüzeyinde açılan üç farklı yükseklikteki dikdörtgen oluklarla sağlanmıştır. İki-boyutlu kontrolsüz akış analizleri, literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Kontrolsüz akış için hesaplanan sürükleme katsayısı (C_d), literatürdeki deneysel ve sayısal C_d katsayıları ile karşılaştırılmıştır. St sayısı da literatürdeki deneysel çalışmalar ve sayısal sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.
Üç farklı yükseklikte (0,5mm, 1mm ve 1,5mm) dikdörtgen oluklu dairesel silindirin etrafında yapılan sayısal analiz sonuçlarından C_d katsayıları pürüzsüz silindire göre sırası ile %3,93, % 3,93 ve %1,78 oranlarında azalma sağlanmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK tarafından 218M357 proje numarasıyla desteklenmiştir desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

A.L.F. Lima E Silva, A. Silveira-Neto, J.J.R. Damasceno, Numerical simulation of two-dimensional flows over a circular cylinder using the immersed boundary method, Journal of Computational Physics, 189, 2, (2003), 351-370.

Achenbach, E. and Heinecke, E., On vortex shedding from smooth and rough cylinders in the range of Reynolds numbers $6x10^3$ to $5x10^6$, Journal of Fluid Mechanics, 109 (1981), 239-251.
Achenbach, E., Influence of surface roughness on the cross-flow around a circular cylinder, Journal of Fluid Mechanics, 46-2, (1971), 321-335.

Adachi, T., Ono, H., Matsuuchi, K., Kawai, T. and Cho, T., Flow around a circular cylinder in the High Reynolds Number Range, Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers (in Japanese), 55- 511, B (1989), 685-692.

Adachi, T., Ozaki, T., Yamamoto, T., Eguchi, Y., Matsuuchi, K. and Kawai, T., Study of the Universal Strouhal Number over the Wide Reynolds Number Flow Range (Effect of Surface Roughness), Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers (in Japanese), 61-583, B (1995), 793-799.

Büryan Apaçoğlu, Silindir üzerindeki laminer ve türbülanslı akışın kontrolsüz ve kontrollü HAD analizleri, Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, 2010.

Mittal, S., Computation of three-dimensional flow past circular cylinder of low aspect ratio, Phys. Fluids 13 (2001) 177–191.

Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T.H., Fundamentals of Fluid Mechanics, 5th Edition, John Wiley & Sons Inc., U.S.A. 2006.

Nakamura, Y. and Tomonari, Y., The effects of surface roughness on the flow past circular cylinders at high Reynolds Numbers, Journal of Fluid Mechanics, 123 (1982), 363-378.

Norberg, C., Effects of Reynolds Number and a Low-Intensity Free Stream Turbulence on the Flow around a Circular Cylinder, Chalmers University of Technology, ISSN 028092 65, 1987.

Rajani, B. N., Kandasamy, A. and Majumdar, S. Numerical simulation of laminar flow past a circular cylinder. Applied Mathematical Modelling 33, 1228–1247 (2009).

Roshko, A., On the Wake and Drag of Bluff Bodies, J. Aeronaut. Sci, 22, (1955), 124-132.

Williamson, C.H.K. Vortex dynamics in the cylinder wakes, Ann. Rev. Fluid Mech. 28 (1996) 477–539.

Zdravkovich, M., Flow Around Circular Cylinders, vol. 1, Oxford Science Publication, 1997.

YEŞİL ÇATI SİSTEMLERİNİN BİNALARIN ISITMA ENERJİSİ İHTİYACINA ETKİSİ

YL. Öğr. Doğan Burak Saydam
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Coşkun Özalp*
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Ertaç Hürdoğan
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Özet

İnsanlar ilk çağlardan beri kendilerini dış ortamdan korumak ve barınma ihtiyaçlarını giderebilmek amacı ile farklı tiplerde yaşama alanları tasarlamışlardır. Geçen bu süre içerisinde teknolojik gelişmeler ile birlikte bina sektörü de doğru orantılı olarak gelişmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak Dünya'da küresel ısınma, çevre kirliliği, nüfus artışı ve doğal kaynakların tükenmeye başlaması gibi birçok problem de aynı zamanda boy göstermeye başlamıştır. Bu problemlerin önlenebilmesi ve olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için özellikle konut sektöründe enerji etkin ve ekolojik bina tasarımları öne çıkmaktadır. Dünya'da birçok ülkede konutlarda özellikle çatılarda yapılan çalışmalar ile yeşil çatılar, canlı çatılar, bitkilendirilmiş çatılar oluşturulabilmektedir. Bu çalışmada tasarımı yapılan örnek bir binanın, binalarda ısı yalıtım standardı (TS 825) çerçevesinde dış iklim şartları göz önüne alınarak iki farklı gün bölgesi için (Adana, Şanlıurfa) ısıtma ihtiyacı hesaplanmıştır. Daha sonra örnek binanın ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve yeşil çatılı olma durumuna göre ısıtma ihtiyaçları incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda ısı yalıtımı uygulaması olmayan binanın ısıtma ihtiyacı diğer iki duruma göre daha yüksek çıkmıştır. Yeşil çatıya sahip bina modelinde ise ısıtma ihtiyacı en az çıkmıştır. Ek olarak ısıtma ihtiyaçlarına karşılık gelen yakıt tüketimleri de hesaplanmıştır. Isı yalıtımsız bir binadan ısı yalıtımlı bir binaya geçişte ve ısı yalıtımlı bir binadan yeşil çatılı bir binaya geçişte elde edilecek tasarruf miktarları da çalışma içerinde gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Çatı, Isı Yalıtımı, TS 825

THE EFFECT OF GREEN ROOF SYSTEMS ON THE HEATING ENERGY REQUIREMENT OF BUILDINGS

Abstract

Since the early ages, people have designed different types of living areas to protect themselves from the external environment and supply with need for shelter. During this time, the building sector has developed in direct proportion with technological developments. In parallel with these developments, many problems such as global warming, environmental pollution, population growth and the depletion of

natural resources have started to appear at the same time. In order to prevent these problems and reduce their negative effects, energy efficient and ecological building designs are especially prominent in the housing sector. Green roofs, live roofs and planted roofs can be created with the studies carried out especially in the roofs of houses in many countries in the world. In this study, the heating requirement of a sample building designed for two different day regions (Adana, Şanlıurfa) was calculated considering the external climate conditions in line with the thermal insulation standard (TS 825) of the buildings. Then, the heating requirement of the building was examined according to the thermally insulation, thermally non-insulation and green roof of the sample building. As a result of this examination, the heating requirement of the building without thermal insulation application was higher than the other two conditions. In the building with green roof, the heating requirement was minimal. In addition, fuel consumption corresponding to heating requirement was calculated. The amount of savings to be achieved in the transition from a non-thermally insulated building to a thermally insulated building and from a thermally insulated building to a green roofed building is also shown in the study.

Keywords: Green Roof, Thermal Insulation, TSE 825

1. GİRİŞ

Enerji, insan yaşamının tüm alanlarında ihtiyaç duyulan temel bir kaynaktır ve dolayısıyla ekonomik ve sosyal kalkınmayı etkileyen önemli bir unsurdur [1]. Dünyada toplam enerji ihtiyacının % 29'u konutlarda tüketilmektedir. Özellikle, Avrupa ile ilgili olarak, bina enerji talebi, küresel enerji ihtiyacının yaklaşık % 40'na eşdeğerdir [2]. Enerji kaynakları bakımından yetersiz olan ve enerji kaynaklarının büyük bir kısmını ithal eden Türkiye'de konutlarda enerji tüketimi yüksek olup yine konutlarda tüketilen enerjinin yaklaşık %85'i konutlarda ısıtma ihtiyacı için kullanılmaktadır [3]. Konutlarda enerji tüketimini azaltabilmek için binalarda yapılabilecek enerji verimliliği çalışmaları, son kullanıcılar için enerji faturaları azaltmada kilit bir bileşen olarak kabul edilmektedir [4].

Binalarda ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacında bina yapı malzemeleri kritik rol oynar. Dış duvar, tavan, taban ve çatı yüzeylerinde ısı yalıtımına ve doğru pencere tipine sahip olmayan binalarda kış döneminde ısıtılan mahalin içerisi sıcaksa ısı akış yönü içeriden dışarıya doğru, yazın soğutulan mahalin içi soğuksa ısı akışı dışardan içeriye doğru olacaktır. Isı yalıtımı uygulaması yapılmayan bir binanın duvarlarından %25-40, çatıdan %23-27, pencerelerden %9-10, zeminden %13-15, infiltrasyondan (sızıntı) ile %16-19 arasında ısı kaybı meydana gelebileceği belirtilmektedir [5,6]. Tüm bunlar dikkate alındığında, kayıpları azaltmak, enerji maliyetlerini ve binalarda işletme maliyetini düşürmek ve enerji verimliliği sağlamak için sürdürülebilir binalara yönelimin artmaktadır [7].

Çatı, binaların önemli bir bileşenidir ve uygun bir tasarım ile sürdürülebilir çıktılar elde etmek mümkündür. Geçmişte çatıyı bir toprak ile kaplamak, kaplanan toprağı ıslatmak, sıcak ve kurak iklimlerde pasif soğutma uygulamaları içerisinde yer almaktadır [8]. Bundan yola çıkılarak son yıllarda alışveriş merkezlerinde, okullarda, kamu binalarında ve konutlarda farklı tiplerde yeşil çatı uygulamaları görmek mümkündür [9,11]. Literatürde de yeşil çatı uygulamalarının binalarda ısıtma enerjisine etkisi ile ilgili farklı çalışmalar yer almaktadır [12-16]. Khotbehsara vd. [12], yaptıkları çalışmada İran'da farklı derece gün bölgesinde yer alan dört şehir üzerinde geleneksel çatı ve yeşil çatı uygulamasının ısı transferi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda nemli iklim kuşağına sahip olan Rasht'ta yeşil çatı modelinin nisan ve temmuz aylarında çatı kaynaklı ısı kaybını azaltmaya yardımcı olabileceğini göstermiştir. Berardi vd. [14], yeşil çatıların bina enerji tüketiminin azaltılması, kentsel ısı adalarının etkisinin azaltılması, hava kirliliğinin iyileştirilmesi, su yönetimi, ses yalıtımının arttırılması ve ekolojik koruma ile ilgili faydalarını incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgular yeşil çatıların yadsınamaz çevresel faydalarını ve ekonomik bir şekilde uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada tasarımı yapılan örnek bir binanın, binalarda ısı yalıtım standardı (TS 825) çerçevesinde iki farklı gün bölgesi için ısıtma ihtiyacı binanın ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve yeşil çatılı olma durumuna göre incelenmiştir.

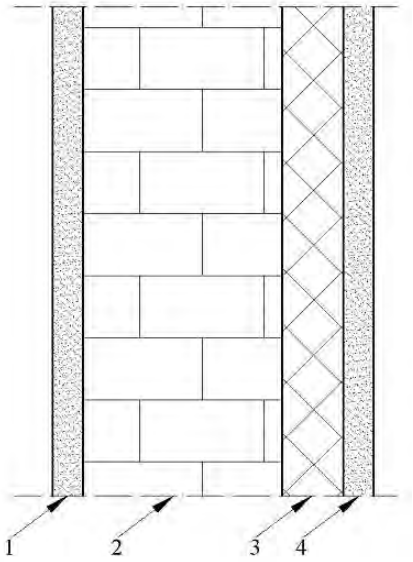
2. METARYAL VE METHOD

Yapılan çalışmada, TS 825 içerisinde yer alan iki gün bölgesinden seçilen illerin (Adana, Şanlıurfa) iklim şartlarına göre örnek binanın ısıtma ihtiyacı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılacak illerin seçimi dış iklim şartları göz önüne alınarak yapılmıştır. Binanın ısı yalıtımsız, ısı yalıtımlı ve yeşil çatı sistemine sahip olma durumlarına göre ısıtma ihtiyacı incelenmiş ve üç durum için de her bir aya ait aylık yakıt maliyetleri hesaplanmıştır. Binada dış duvarlarda yapı malzemesi olarak tuğla, ısı yalıtım malzemesi olarak ise taş yünü kullanılmıştır.

Şekil 1'de TS 825'in ısıtma derece gün bölgesine göre ayırdığı farklı derece gün bölmelerinin içeren harita yer almaktadır. Harita içerisinde hesaplamalarda kullanılan iki farklı gün bölgesinde yer alan iller belirtilmiştir. Şekil 2'de, modellenen duvarın şematik gösterimi ve Tablo 1'de de duvar modelini oluşturan yapı malzemelerinin teknik özellikleri verilmiştir. Tablo 2'de dış duvarlarda, taban ve tavanda kullanılan yalıtım malzemesine ait teknik özellikler yer almaktadır. Tablo 3'de ısıtma ihtiyacı için kullanılan yakıtın özellikleri yer almaktadır.



Şekil 1. TS 825'e göre belirlenen derece gün bölgelerini içeren Türkiye haritası [16]



Şekil 2. Modellenen duvarın şematik gösterimi; (1) iç sıva, (2) yapı malzemesi, (3) ısı yalıtım malzemesi, (4) dış sıva

Tablo 1. Yapı malzemelerine ait teknik özellikler [17]

Duvar (Taş Kaplamasız)	Kalınlık (m)	k (W/mK)	R (m^2K/W)
İnce Sıva	0.02	0.87	0.0230
Kaba Sıva	0	1.4	0.0000
Yalıtım Malzemesi	0.05	0.04	1.2500
Yapı Malzemesi	0.13	0.45	0.2889
Kaba Sıva	0.03	1.4	0.0214
Alçı Sıva	0.02	0.87	0.0230

Tablo 2. Isı yalıtım malzemelerine ait teknik özellikler [18]

Isı Yalıtım Malzemesi	k (W/mK)
Taşyünü	0.040
Camyünü	0.040
XPS	0.031

Tablo 3. Hesaplamalarda kullanılmak üzere seçilen yakıta ait özellikler [19]

Yakıt	Alt Isıl Değeri (Hu) (J/m^3)	Fiyat (TL/m^3)	Yakma Verimi (η %)
Doğal Gaz	34.526×10^6	1.372*	90

*: Doğalgaz fiyatı son üç yılın ortalamasına göre belirlenmiştir

Şekil 3'de 2016 yılında yapılan binalarda mükemmellik yarışması içerisinde ödüllendirilmeye hak kazanan yeşil çatı modelleri yer almaktadır. Şekilden de görüldüğü gibi yeşil çatılar farklı biçimlere ve farklı bitki yoğunluklarına sahip olabilmekte ve konutlar, ticari binalar ve kamu binaları gibi farklı amaçlarla kullanılan yapılarda kullanılabilmektedir. Şekil 4'de farklı bitki yoğunluğuna sahip yeşil çatı modelleri yer almaktadır. Çatılar bitkinin yetişmesinde kullanılan tabaka derinliğine, bitkinin türüne ve bitki yoğunluğuna göre üç sınıfta incelenmektedir. Çalışma içerisinde çatılardaki bakımın ve bitkilerin yetiştirilmesinin kolay olması aynı zamanda uygulamanın düşük maliyetli olmasından dolayı yüzeysel bitkilendirilmiş çatı modeli seçilmiştir. Şekil 5'de yeşil çatıyı modelini oluşturulan yapı malzemesi katmanları yer almaktadır. Tablo 4'de ise yüzeysel bitkilendirilmiş çatıyı oluşturan yapı malzemelerine ait teknik özellikler yer almaktadır.

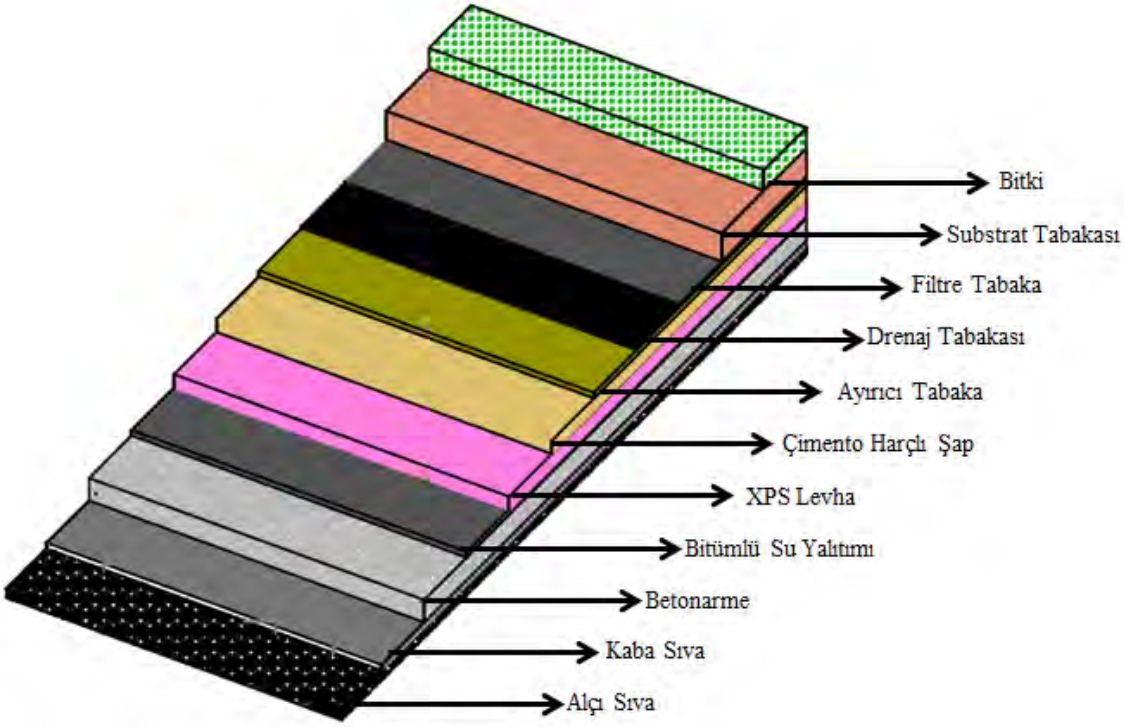


Şekil 3. Konutlardaki (1,2); kurumsal binalardaki (3,4); ticari binalardaki (5,6) yeşil çatı örnekleri [20]



(a) (b) (c)

Şekil 4. Yeşil çatıların a) yüzeysel bitkilendirilmiş, b) yarı yoğun bitkilendirilmiş, c) yoğun bitkilendirilmiş görseli [21]



Şekil 5. Yüzeysel bitkilendirilmiş yeşil çatıyı oluşturan yapı malzemesi katmanları

Tablo 4. Yüzeysel bitkilendirilmiş yeşil çatıyı oluşturan yapı malzemelerine ait teknik özellikler [22]

Yeşil Çatı Tavan Yapı Bileşenleri	Kalınlık (m)	k (W/mK)	R (m^2K/W)
Bitki	0.1	0.3	0.3333
Substrat Tabakası	0.3	0.069	4.3478
Filtre Tabaka	0.001	0.22	0.0045
Drenaj Tabakası	0.025	0.5	0.0500
Ayırıcı Tabaka	0.005	0.25	0.0200
Çimento Harçlı Şap	0.05	1.4	0.0357
XPS Levha	0.05	0.031	1.6129
Bitümlü Su Yalıtımı	0.005	0.19	0.0263
Betonarme	0.12	2.1	0.0571
Kaba Sıva	0.015	1.4	0.0107
Alçı Sıva	0.02	0.87	0.0230

Şekil 6'de hesaplamaların yapıldığı bina modelinin yer aldığı site, binanın cephelerine ve yeşil çatıya ait çizimler yer almaktadır. Örnek bina 970 m^2 taban alanlı, 900 m^2 tavan alanlı zemin kat dâhil 8 katlı ve her kat arası 2.80 m tek tabakalı yapı bileşenine sahiptir. Örnek binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı, binanın ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve yeşil çatıya sahip olma durumuna göre hesaplanmıştır. Binanın yalıtımlı olma durumu için yapılan hesaplamalarda, dış duvar, taban ve tavan yalıtım kalınlığı TS 825'de verilen hesap metodu dikkate alınarak belirlenmiş ve ışıtma derece gün bölgesinin değişimi ile yalıtım kalınlığının da değiştiği gözlenmiştir. Hesaplamalarda balkon kapılarının tamamı cam ile kaplı olduğu için balkon kapıları pencere alanına dâhil edilmiştir. Ayrıca binada ısı köprüleri olmadığı kabul edilmiştir.

Ek olarak toprak temaslı yüzey ve çatı altı yüzey standart olarak her bölge için aynı olacak şekilde kabul edilmiştir. Çalışmada sadece ısıtma yükü hesaplanmış olup, yoğuşma hesabı ve soğutma yüküne yer verilmemiştir. Örnek binada iç kazançlar TS 825 standartlarına uygun olarak alınmıştır. Güneş enerjisi kazançları hesaplanırken de camlar standart çift cam olarak seçilmiştir. Binanın; ağaç gibi gölgelenmelerin etkisinde olduğu ve 10 kata kadar yükseklikteki bina sınıfı içerisinde yer aldığı kabul edilmiştir.



Şekil 6. Hesaplamalarda kullanılan bina modelinin bulunduğu site ve yeşil çatı (a), kuzey/güney cephesi (b), doğu/batı cephesi (c) çizimleri

Oluşturulan bina modelinde yıllık tüketilen enerji miktarını hesaplayabilmek için öncelikle bina dış duvarlarından olan ısı kayıplarını TS 825'e göre belirlemesi gerekmektedir. Aşağıda ısı kaybı hesaplamalarında kullanılan eşitlikler verilmiştir.

$$Q_y = \sum Q_m \quad (1)$$

$$Q_m = \left[H\left(\theta_i - \theta_e\right) - \eta_m(\phi_{i,m} + \phi_{s,m})\right].t \quad (2)$$

Burada Q_y yıllık ısıtma enerji ihtiyacını (Joule) , Q_m aylık ısıtma ihtiyacı (Joule), θ_i aylık ortalama iç sıcaklık(°C), θ_e aylık ortalama dış sıcaklık(°C), η_m kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü (birimsiz), $\phi_{i,m}$ aylık ortalama iç kazançlar (W) , $\phi_{s,m}$ aylık ortalama dış kazançlar (W), t zamanı (s) ifade etmektedir.

Yıllık ısıtma enerji ihtiyacı, H binada meydana gelen özgül ısı kaybı (W/K), iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (HT) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (Hv) toplamı olarak aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır [17].

$$H = H_T + H_V \quad (3)$$

$$H_T = \sum AU + IU_I \quad (4)$$

$$H_V = \rho.c.V^I = 0{,}33.n_h.V_h \quad (5)$$

$$A_n = 0{,}32.V_{gross} \quad (6)$$

$$U = \frac{1}{R_i+R+R_e} \quad (7)$$

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \quad (8)$$

Eşitliklerde A yapı elamanlarının sahip olduğu alan (m^2), U yapı elemanlarını sahip olduğu ısıl geçirgenlik katsayısıdır. Yapı elemanlarında yoğuşma olmayacak ve ısı köprüsü meydana gelmeyecek şekilde tasarlandığı kabul edilmiş olup, kat arası betonarme TS 825'de belirtildiği şekilde R direnci 0.8 olacak şekilde yalıtılmıştır.

$$\phi_{s,m} = \sum r_{i,m}\, x\, g_{i,m}\, x\, I_{i,m}\, x\, A_i \quad (9)$$

Burada sabit değerler ; $r_{i,m}$, saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü bina kat yüksekliği (m), $g_{i,m}$, ise güneş enerjisi geçirme faktörüdür. Hesaplamalarda $r_{i,m}$ TS 825'den 0.6 olarak alınmıştır.

Güneş enerjisi geçirme faktörü çok katmanlı cam kullanıldığı durum için eşitlik (10), aylık ortalama kazanç kullanım faktörü ise, aşağıda eşitlik (12) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$g_{i,m} = F_w.g_\perp \quad (10)$$

$$\eta_m = 1 - e^{(-1/GLRm)} \quad (11)$$

$$KKO_m = (\phi_{i,m} + \phi_{s,m}) / H(\theta_{i,m} - \theta_{e,m}) \quad (12)$$

Eşitliklerde F_w camlar için düzeltme faktörü (hesaplamalarda 0.8 alınmıştır), $g_{\perp}$ yüzeye dik gelen ışın için güneş enerji geçirme faktörü (hesaplarda 0.75 alınmıştır), KKO_m aylık ortalama kazanç kullanım faktörünü ifade etmektedir. KKO_m oranı 2.5 ve üzerinde olduğunda, o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilmektedir [17].

Yakıt miktarının belirlenebilmesi için Eşitlik(13) kullanılır.

$$B_y = \frac{Q_{yıl}}{H_u \eta_k} \tag{13}$$

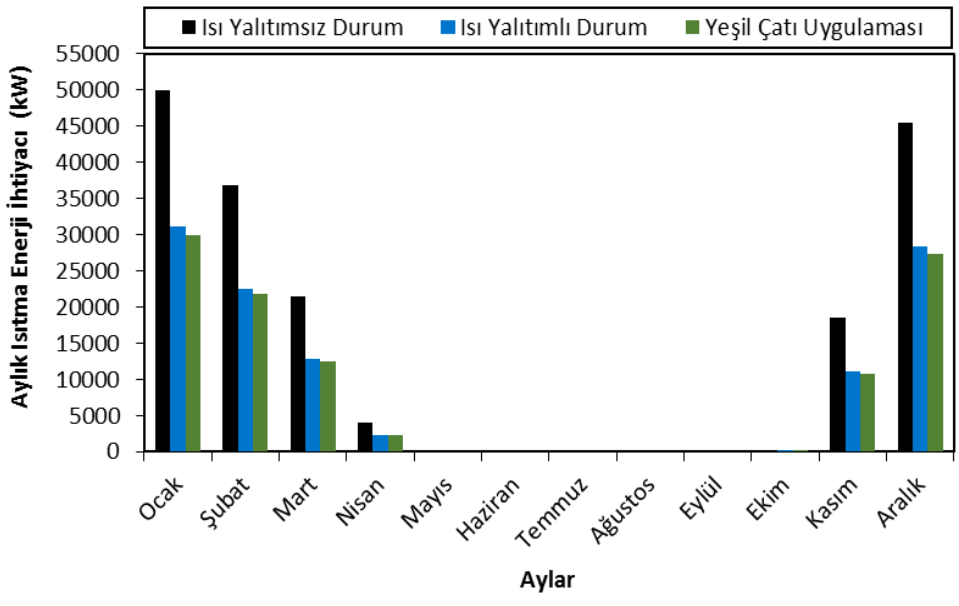
Burada B_y yıllık yakıt miktarı (m^3 veya kg), H_u yakıt alt ısıl değerini, η_k ise yanma verimini göstermektedir [23].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

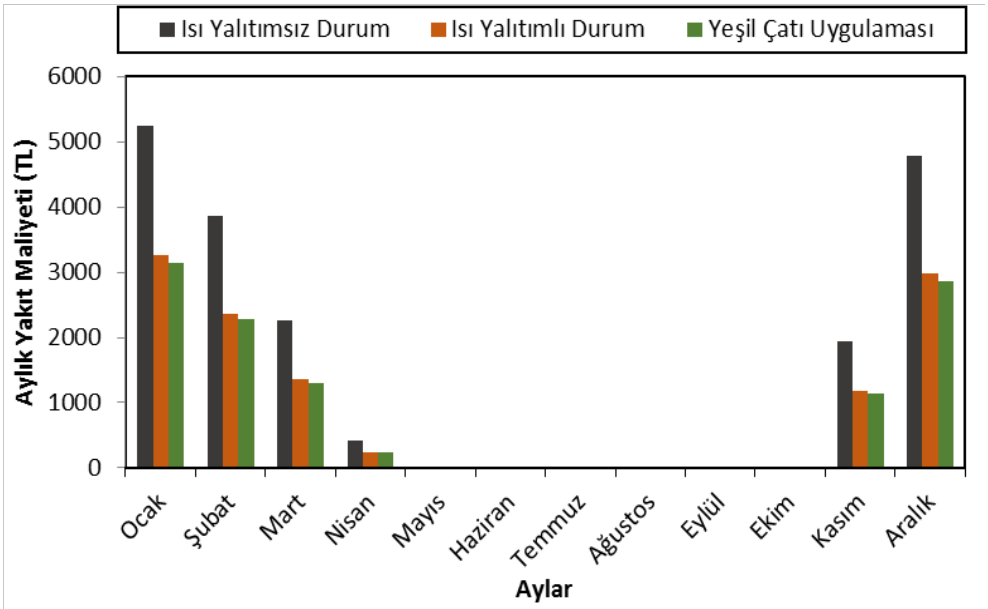
Farklı ısıtma gün bölgesinde yer alan Adana ve Şanlıurfa illeri için TS 825 binalarda ısı yalıtım standarttı çerçevesinde örnek bir binanın ısıtma ihtiyacı ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve yeşil çatılı olma durumuna göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde aylık olarak her üç durum içinde binanın yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Isıtma ihtiyacını karşılamak için, her iki gün bölgesinde de yoğun olarak kullanılan, doğalgaz tercih edilmiştir. Binanın dış duvarlarına yanıcılık sınıfı yüksek taş yünü, tavanda ve tabanda ise su dayanımı yüksek XPS ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır.

Şekil 7'de birinci gün bölgesi (Adana), Şekil 9' ikinci gün bölgesi Şanlıurfa, için yapılan hesaplamalar sonucunda binanın farklı uygulamalar altında ısıtma ihtiyacındaki değişim grafiği yer almaktadır. Isı yalıtımına sahip olmayan binanın ısıtma ihtiyacı ısı yalıtımlı ve yeşil çatı uygulamasına sahip binadan her iki gün bölgesi için de daha yüksek değerlerde çıkmıştır. Yeşil çatı uygulamasının ısı yalıtımlı binada ısıtma ihtiyacını düşürdüğü yine şekiller incelendiğinde görülmektedir. Isı yalıtımı uygulaması ile binada yaklaşık %35 seviyelerinde bir enerji tasarrufu yapılabileceği grafiklerden görülmektedir.

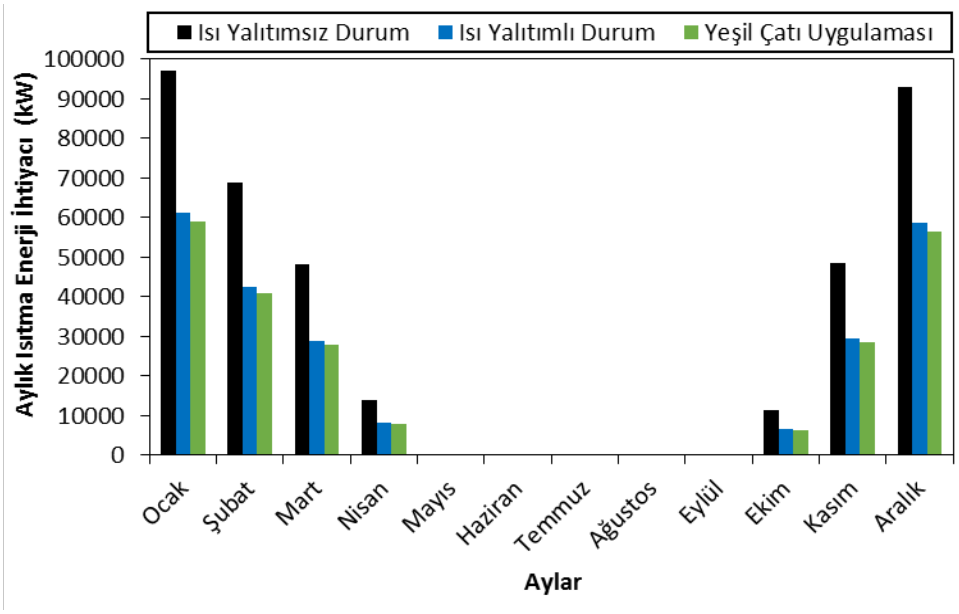
Şekil 8'da birinci derece gün bölgesi, Şekil 10'de ikinci derece gün bölgesi için binanın aylık yakıt tüketimini gösteren grafikler yer almaktadır. Isı yalıtımı olmayan binada ısı kayıplarının fazla olmasından dolayı yakıt tüketimi ısı yalıtımlı duruma ve yeşil çatı uygulamasının yapıldığı duruma göre daha yüksektir. Isı yalıtımı uygulaması yapılarak yakıt tüketiminin düşürüleceği grafiklerden görülmektedir. Isı yalıtımına sahip binanın çatısına yeşil çatı uygulaması yapıldığında ise yakıt maliyetlerinin bir miktar daha azalabileceği yine grafikler incelendiğinde görülmektedir. Isıtma derecece gün bölgesi arttıkça örnek binada hem ısıtma ihtiyacının arttığı hem yakıt tüketiminin arttığı görülmektedir.



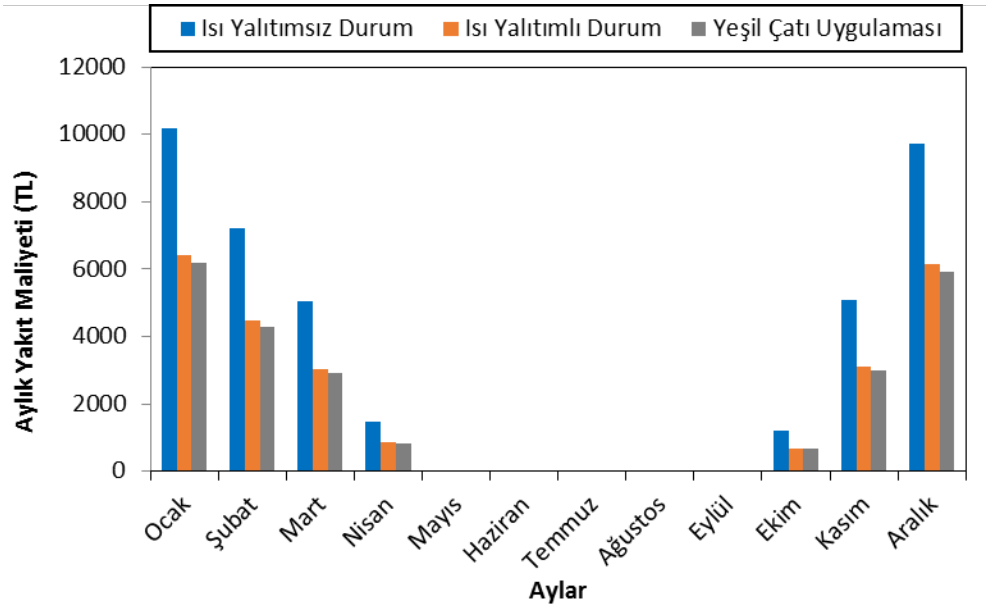
Şekil 7. Birinci derece gün bölgesi için yapılan hesaplamalar sonucunda binanın farklı uygulamalar altında ısıtma ihtiyacındaki değişim



Şekil 8. Birinci derece gün bölgesi için yapılan hesaplamalar sonucunda binanın farklı uygulamalar altında aylık yakıt maliyetindeki değişim



Şekil 9. İkinci derece gün bölgesi için yapılan hesaplamalar sonucunda binanın farklı uygulamalar altında ısıtma ihtiyacındaki değişim



Şekil 10. İkinci derece gün bölgesi için yapılan hesaplamalar sonucunda binanın farklı uygulamalar altında aylık yakıt maliyetindeki değişim

5. SONUÇ

Bu çalışmada, örnek bir binanın, iki farklı iklim bölgesi için ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve yeşil çatıya sahip olma durumuna göre ısıtma ihtiyaçları açısından incelenmesi yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda binanın aylık ısıtma ihtiyacı ve ısıtma ihtiyacına karşılık gelen aylık yakıt tüketimi miktarı hesaplanmıştır.

- İki derece gün bölgesi içinde ısı yalıtımına sahip olmayan bina modelinin ısıtma ihtiyacının diğer durumlara göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Isı yalıtımı uygulaması ile binada yaklaşık %35 seviyelerinde bir tasarruf sağlanabileceği görülmüştür. Isı yalıtımına sahip bir binanın üzerine ek olarak yeşil çatı uygulaması yapılması ile de yine bir miktar ısıtma ihtiyacında azalma meydana getirilmiştir.
- Isı yalıtımı olmayan binada ısı kayıplarının fazla olmasından dolayı yakıt tüketimi ısı yalıtımlı duruma ve yeşil çatı uygulamasının yapıldığı duruma göre daha yüksek değerlerde çıkmıştır.
- Binalarda yapılacak olan iyileştirmeler ile sadece ısıtma döneminde değil soğutma döneminde de büyük oranda enerji tüketiminde tasarruf sağlanacaktır.
- Binalarda yapılacak iyileştirmeler ile binanın ısıtma ihtiyacını düşürecek ve bu da direk olarak aylık ve yıllık bazda yakıt tüketimi azaltacaktır.

REFERANSLAR

[1] Aktemur, C., Atikol, U. (2017). Optimum Insulation Thickness for the Exterior Walls of Buildings in Turkey Based on Different Materials, Energy Sources and Climate Regions, Internatıonal Journal of Engıneerıng Technologıes-IJET, 3, 2, 72-82.
[2] Bellia, L., Falco, F., Minichiello, F. (2013). Effects of solar shading devices on energy requirements of standalone office buildings for Italian climates. Applied Thermal Engineering 54, 190-201. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.01.039
[3] Özkan, D.B., & Onan, C. (2011). Optimization of insulation thickness for different glazing areas in buildings for various climatic regions in Turkey. Applied Energy, 1331–1342.
[4] Zhang, Y., He, C-Q., Tang, B-J., Wei Y-M. (2015) China's energy consumption in the building sector: A life cycle approach. Energy and Buildings 94, 240–251.
[5] Tong, J. C.-K., Tse, J. M.-Y., & Jones, P. J. (2018). Development of thermal evaluation tool for detached houses in Mongolia. Energy & Buildings, 81–90.
[6] Zhou, Z., Wang, C., Sun, X., Gao, F., Feng, W. (2018). Heating energy saving potential from building envelope design and operation optimization in residential buildings: A case study in northern China. Journal of Cleaner Production 174, 413-423.
[7] Çerçi, S. (2019) Bitkilendirilmiş duvar sistemlerinin binaların ısıl performansı üzerindeki etkileri. 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan/İzmir.
[8] Saadatian, O., Sopian, K., Salleh, E., Lim, C.H., Riffat, S., Saadatian E., Toudeshki, A., Sulaiman, M.Y. (2013). A review of energy aspects of green roofs. Renewable and Sustainable Energy Reviews 23,155–168.
[9] Saadatian, O., Sopian, K., Salleh, E., Lim, C.H., Riffat, S., Saadatian, E., Toudeshki, A., Sulaiman , M.Y. (2013) A review of energy aspects of green roofs, Renewable and Sustainable Energy Reviews ,23 155–168.
[10] Şensoy, N., Pakoğlu, A., Kara, R. (2017). Ankara kentindeki bazı çatı bahçelerinin yapısal özelliklerinin değerlendirilmesi. Journal of Forestry,13, 58-74.
[11] Karachaliou, P., Santamouris, M., Pangalou, H. (2016) Experimental and numerical analysis of

the energy performance of a large scale intensive green roof system installed on an office building in Athens, Energy and Buildings 114, 256–264.
[12] Khotbehsara, E.M., Daemei, A,B., Malekjahan, F.A. (2019) Simulation study of the eco green roof in order to reduce heat transfer in four different climatic zones, Results in Engineering 2,100010.
[13] Xiaosen Huo, X., Yu, A.T.W., Darko, A., Wu, Z. (2019) Critical factors in site planning and design of green buildings: A case of China. Journal of Cleaner Production 222,685-694.
[14] Berardi, U., GhaffarianHoseini, A.M., GhaffarianHoseini, A. (2014) State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs ,Applied Energy 115, 411–428.
[15] Olivieri, F.,. Di Perna, C., D'Orazio, M., Olivieri, L., Neila, J. (2013) Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a Mediterranean coastal climate. Energy and Buildings 63, 1–14.
[16] Evin, D., Ucar, A. (2019). Energy impact and eco-efciency of the envelope insulation in residential buildings in Turkey. Applied Thermal Engineering 154, 573–584.
[17] Turkish Standards Institute. (2009). Turkish Thermal Insulation Standard. Retrieved 7 3, 2018, from: http://www.resmigazete.gov.tr: www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/08/20080826-7-1.doc
[18] İzoder. http://www.izogun.com. 03 15, 2019 tarihinde Erişim Adresi https://www.izoder.org.tr/dosyalar/yalitim_cami_uniteleri.pdf
[19] Doğalgaz Dergisi. (2019, 03 19). http://www.dogalgaz.com.tr/. 03 13, 2019 tarihinde Erişim Adresi www.dogalgaz.com.tr/dokumanlar/yakit/30-ocak-2018-yakit-fiyatlari-konut.xlsx
[20] Shafique, M., Kim, R., Rafiq, M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. Çukurova University Renewable and Sustainable Energy Reviews, 90, 757-773.
[21] Besir, A. B., Cuce, E. (2018) Green roofs and facades: A comprehensive review, Renewable and Sustainable Energy Reviews 82, 915–939.
[22] Ayçam, İ., Kınalı, M. (2013) Ofis Binalarında Yeşil Çatıların Isıtma ve Soğutma Yüklerine Olan Etkilerinin Analizi, Tesisat Mühendisliği, 135, 26-34.
[23] Zaimoğlu, Z. (2017). Modeling of Heat Requirements for Agricultural Greenhouse in Different Climate Regions. Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture, 79-86.

KÜP ŞEKLİNDEKİ BİNA MODELİ ETRAFINDAKİ AKIŞIN DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Yük. Müh. Cemre POLAT

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. Mustafa SÖYLER

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Coşkun ÖZALP

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Özet

Bina geometrileri ve yerleşimleri ile rüzgâr arasındaki ilişki dikkate alınarak üretilebilecek bazı bina tasarımları iklimlendirme konusunda avantaj oluşturup, konfor standartlarını yükselteceği gibi, binalar arasına konumlandırılacak rüzgâr türbinleri vasıtasıyla enerji üretimi yapabilme potansiyelini açığa çıkartacaktır. Bu çalışmada, küp formunda bir temsili bina geometrisinin etrafındaki akış karakteristikleri Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçüm Tekniği (PIV) yöntemi ile deneysel olarak ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) analizi aracılığıyla sayısal olarak incelenmiş, elde edilen sonuçlar birbiri ile ve literatür sonuçları ile karşılaştırılmıştır. İncelenen şekle ait akış yönündeki ortalama hız, akış yönüne dik ortalama hız, vortisite konturları, akış çizgileri ve hız profilleri elde edilmiştir. Küpün üst ve yan bölgelerinde hız artışının olduğu, yine üst yüzeyde küpe yakın bölgede ve küpün arka bölgesinde hızın negatife döndüğü bölgeler tespit edilmiştir. Küpün akışı karşılayan yüzeyinin üzerinde ise negatif girdaplanma olduğu ve arka bölgelerde ölü noktaların oluştuğu görülmüştür. Küpe ait akış karakteristikleri deneysel ve sayısal olarak incelenmiş, elde edilen sonuçlar literatür sonuçları ile doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Küp, PIV, HAD, Akış Analizi

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE FLOW AROUND CUBE-SHAPED BUILDING MODEL

Abstract

Some building designs that can be produced by considering the relationship between building geometries and winds will increase the comfort standards and increase the potential of generating energy through wind turbines placed between buildings. In this study, the flow characteristics around a cube model building geometry were investigated experimentally by the Particle Imaging Velocity Measurement Technique (PIV) method and CFD analysis, and the results were compared with each other and with the literature results. Average velocity in the direction of flow, average velocity perpendicular to the flow direction, vorticity contours, streamlines and velocity profiles were obtained. It was determined that there was an increase in velocity in the upper and lateral regions of the cube, on the other hand in the region near the cube on the upper surface and in the back region of the cube the velocity turned negative. It was observed that there was negative vortex on the surface of the cube that meets the flow and dead zones were formed in the posterior regions. The flow characteristics of the cube were examined experimentally and numerically, and the results were confirmed with the literature results.

Keywords: Cube, PIV, CFD, Flow Analysis

1.Giriş

Rüzgâr, güneşten kaynaklanan, doğal, temiz, kendini sürekli yenileyen ve periyodik olarak tekrar eden sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneşten dünyaya gelen enerjinin %1-%2 gibi bir kısmı rüzgâra dönüşmektedir. Yeryüzünde güneş ışığını tam olarak alan ve güneş radyasyonuna görece az miktarda maruz kalan yer şekilleri arasında bir hava hareketi oluşur. Isınan hava kütleleri atmosferde yukarı doğru bir hareket izleyeceğinden bu kütlelerin boşalttığı düşük basınç alanlarına soğuk hava yerleşir. Rüzgâr, tam olarak bu hava hareketlerinin adıdır. Rüzgâr, bu yüksek basınç – alçak basınç hareketini gerçekleştirirken dünyanın eksenel hareketi, yüzeydeki sürtünme kuvvetleri, yerel sıcaklıklar, arazi yapıları gibi etkilerden dolayı olumlu-olumsuz yönde etkilenir. *[1]*

Bir su damlasına benzer yumuşak hatlara sahip olan geometrik şekillerin aksine, binaların geometrileri çoğunlukla keskin ve düzleştirilmiş cephelere sahip köşeli geometrilerdir. Bu nedenle, bir binanın rüzgâr yükü altındaki davranışını anlamak için, köşeli gövdelerinin etrafındaki akış dikkatlice incelenmelidir. Bir köşeli geometrinin etrafındaki akış, teğet bir yol izlemez. Bunun yerine, ayırma katmanlarında oldukça dengesiz ve türbülanslı girdaplar oluşur. Bu girdaplar, akışın karakteri üzerinde belirsizlikler yaratır. *[2]* Bu rüzgâr değişimleri zaman zaman bina içi iklimlendirmeye dezavantaj oluşturup enerji ihtiyacını arttırdığı gibi dış mekânlarda düzgün planlanmayan binalar arası yerleşimler de ara rüzgarlar sebebiyle konfor şartlarını standartların altına çekmektedir. Bina geometrileri ve yerleşimleri ile rüzgâr arasındaki ilişki dikkate alınarak üretilebilecek bazı bina tasarımları bu dezavantajları ortadan kaldırdığı gibi, binalar arasına konumlandırılacak rüzgâr türbinleri vasıtasıyla enerji üretimi yapabilme potansiyelini açığa çıkarabilir.

Bu alanda yapılan çalışmalardan bazıları sadece sayısal olduğu gibi sadece deneysel çalışmaların ya da iki yaklaşımın birbiri ile karşılaştırıldığı çalışmaların da yapıldığı görülmektedir. Baskaran ve Stathopoulos [3] tarafından tek bir kübik geometri için standart k epsilon modeli üzerine, Yakhot vd. [4] tarafından tek bir kübik geometri için doğrudan sayısal simülasyon yöntemi ile, Cheng Vd. [5] tarafından küp matrisi için Büyük girdap simülasyonları ve k epsilon ortalama Navier-Stokes modeli ile sayısal çalışmalar yürütülmüştür. K epsilon ortalama Navier-Stokes modelinin Büyük Girdap Simulasyonu metoduna göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir. Murakami ve Mochida [6] tarafından k-ε türbülans modeli kullanılarak Japonya'nın Kawasaki bölgesinde 4 binadan oluşan bir yerleşkeyi incelemek maksadıyla binaların çevresindeki türbülanslı akışın üç boyutlu sayısal simülasyonu çıkartılmıştır.

Jiang Vd. [7] tarafından Rüzgâr tünelinde deneysel çalışmalar yapılıp büyük girdap simülasyonu sayısal yöntemi ile kıyaslanmıştır. Richards Vd. [8] tarafından 6X6 Metre boyutlarındaki gerçek kübik bir yapının 1/40 modeli 90,75,60 ve 45 olmak üzere 4 farklı açıyla rüzgâr tünelinde incelenmiştir. Castro ve Robins [9] bir küp üzerine gelen akışın etkilerini ve küp yüzeyinde meydana gelen basınç dağılımını incelemek için deneysel bir çalışma yapmıştır.

Bu çalışmada, küp şekilli bir bina modeli etrafındaki rüzgâr etkilerinin değerlendirilmesi için Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçüm Tekniği ve Reynolds ortalama Navier-Stokes (RANS) denklemleri tabanlı türbülans modellerinin kullanıldığı hesaplamalı akış modellemesi uygulamaları üzerinde durulmuştur. Küp şekilli bir bina modeli için yapılan çalışmalar, literatürdeki deneysel ve sayısal çalışmalar ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

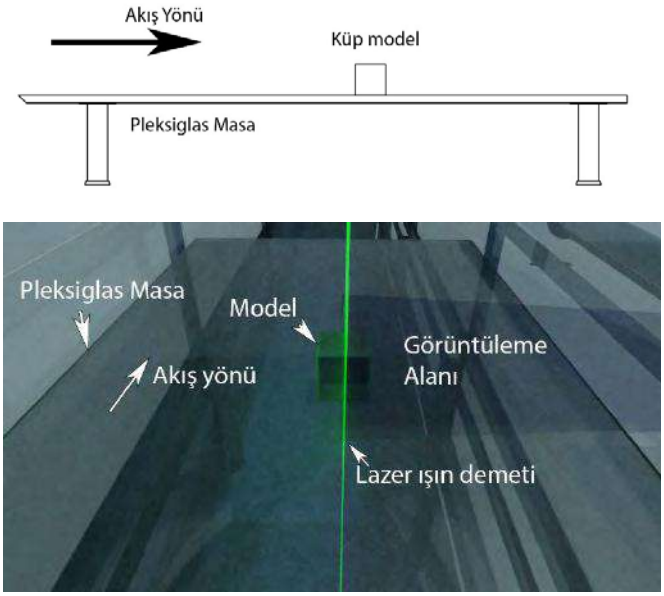
2.Materyal ve Metot

2.1. Deneysel Çalışma

Deneyler, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İleri Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarında bulunan su kanalında gerçekleştirilmiştir. Üstü açık 80x100 cm kesitli 6 m uzunluğunda bir test odası bulunmaktadır. Su tüneli test odasında su yüksekliği 80 cm iken maksimum 0,4 m/sn hıza ulaşılabilmektedir. İki adet 11 kW gücünde hızı ayarlanabilir eşzamanlı çalışan eksenel pompa ile şartlandırılan akış, test odasına girmeden önce bir çökelme deposundan, bir bal peteğinden ve 2:1 oranında bir daralmadan geçer. Test odası ortasında yükseklikle hız profili değişimi %2'den azdır. 0,3 m/sn hızda test odası ortasında türbülans yoğunluğu %1'in altında hesaplanmıştır.

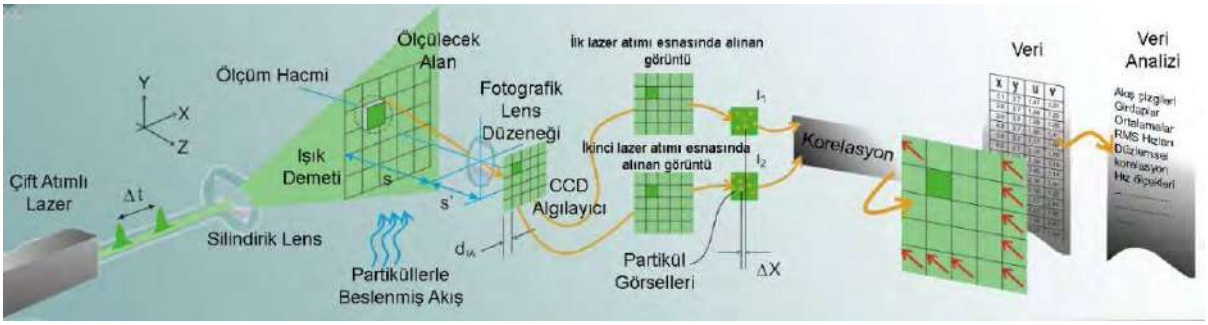
Küp model 75 mm boyutlarında, 3 mm kalınlığında pleksiglass malzemeden kesilerek kloroform aracılığı ile birbirine kaynatılmıştır. Modelin şeması ve 3 boyutlu görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir. Kanal içerisindeki akışın alt bölgesinin sonuçları olumsuz etkilememesi maksadıyla modeller 1500mm x 700mm x 20mm boyutlarında bir

pleksiglass masanın üzerinde zemine 20 cm yukarıda konumlandırılmıştır. Masanın akışı karşılayan hücum kenarı akışa olumsuz bir etki bırakmaması için üçgen formu verilecek şekilde kesilmiştir.



Şekil 1: Modelin 2 boyutlu ve 3 boyutlu görüntüsü

PIV deney akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir. Parçacık görüntülemeli hız ölçüm tekniği düzeneğinde, akışın içerisine akışkanın yoğunluğuna benzer yoğunlukta, lazer ışınlarını yansıtabilme özelliğine sahip olan 20 mikron çapında polyamid parçacıklar serpiştirilmiştir. Lazer cihazı, 15Hz frekansta darbe başına 145mJ enerji üretmektedir. Lazer demeti maksimum 2mm kalınlığındadır. Modele gönderilen lazer demeti 1600 x 1200 çözünürlüğünde bir kamera tarafından fotoğraflanmaktadır. Lazer ile kamera arasındaki senkronizasyon bilgisayar tarafından tetiklenen USB senkronizasyon kutusu tarafından sağlanmaktadır. Her lazer demetine karşılık gelen bir adet fotoğraf saniyede 15 defa alınmaktadır. Her fotoğraf, x ekseninde 99, y ekseninde 74 adet hücreye bölünüp hücre içerisindeki parçacıkların fotoğraflar arasındaki farklarına göre akışın hareketi PIV yazılımı tarafından belirlenmiştir. PIV yazılımı akış yönündeki hızı, akışa dik hızı ve vortisite değerlerini anlık olarak sağlamaktadır.



Şekil 2: PIV deney akış şeması

Akış yapısı belirlenirken;

<V> ortalama hız için

$$< V >\rightleftarrows \equiv \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} V_n\,(x,y) \qquad (1)$$

<u> ortalama akış eksenindeki hız bileşeni için

$$< u >\rightleftarrows \equiv \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} u_n\,(x,y) \qquad (2)$$

<v> ortalama akış eksenine dik hız bileşeni için

$$< v > \rightleftarrows \equiv \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} v_n\,(x,y) \tag{3}$$

<ω> ortalama vortisite bileşeni için

$$< \omega > \rightleftarrows \equiv \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} \omega_n\,(x,y) \tag{4}$$

Denklemleri kullanılmıştır.

2.2. Sayısal Çalışma

Uygun sayısal modeller oluşturmak ve doğru hesaplanmış sonuçlar elde etmek için, hesaplama alanı, ağ yapısı, sınır koşulları, çözücü ayarı ve artık kontrol gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Giriş koşulunda akış hızının büyüklüğü ve yönü tanımlanmaktadır. Çıkış bölgesi HAD programında "Outflow" olarak tanımlanmıştır. Bu koşul akışın çıkış hızı veya basıncı ile ilgili detaylı bilgiler bilinmiyorsa kullanılan bir sınır koşuludur. Hesaplama alanındaki yan yüzeyler için simetri koşulu uygulanmış ve simetri yüzeyinde tüm değişkenlerin akısı sıfır olarak kabul edilmiştir. Duvar sınır koşulunda ise küp ve bina yüzeylerindeki kayma hızı tanımlanmaktadır. Bu çalışmada yapılan simülasyonlarda bu yüzeylerde akış hızının sıfır olduğu kabul edilmektedir. Hesaplama alanının üst yüzeyinde sıfır kayma gerilimi, ''zero shear stress", koşulu seçilmiştir. Bu koşulda bu hesaplama alanı yüzeyinde kesme gerilimleri olmamakta ve akış sınırlardan akmaktadır. Her iki tip akış için de çözüm ağının tabanı kaymazlık duvar, "no-slip wall", koşulu olarak belirlenmiştir. Bu koşulda yerin hız profiline etkisini ve yer ile küp etkisindeki akışın yapacağı davranışın incelenmesi amaçlanmaktadır.

Navier-Stokes ve süreklilik denklemleri akışkanlar mekaniğinin genel denklemleridir ve herhangi bir akış probleminin sayısal çözümünde kullanılmaktadır. İkinci mertebeden kısmi türevli, lineer olmayan bu denklemlerle, uygun başlangıç ve sınır şartlarının kullanılmasıyla, akış alanının yaklaşık çözümleri elde edilebilmektedir.[11]

Kartezyen koordinatlarda sıkıştırılamaz bir akışkanın zamana bağımlı hareketi atalet kuvvetleri, basınç kuvveti, sürtünme kuvveti ve kütlesel kuvvetler içeren Navier-Stokes denklemleri Denklem 5'te ve süreklilik denklemi Denklem 6'da verilmiştir.

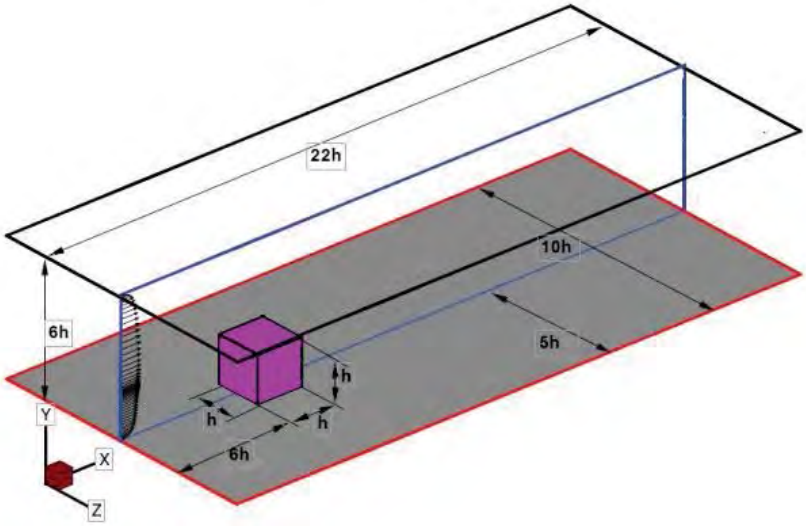
$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_i} = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right] + F \tag{5}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{6}$$

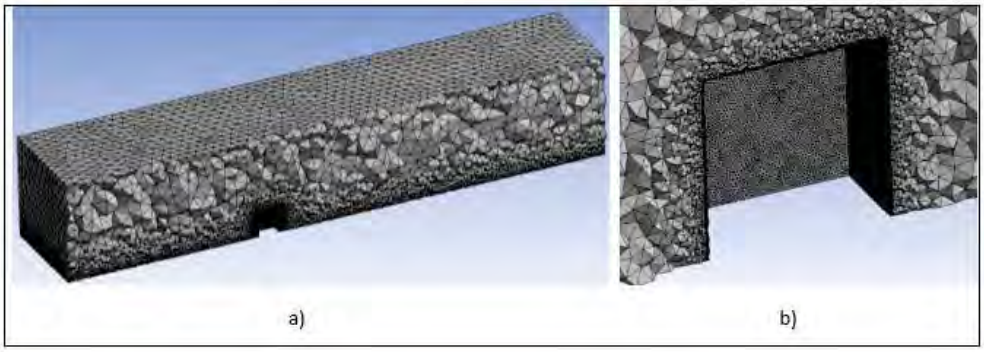
Bu denklemler türbülanslı akış için basınç ve hız büyüklükleri zaman ortalamalı ve çalkantı terimlerini içeren Reynolds ortalamalı Navier-Stokes denklemleri olarak elde edilmektedir ve Denklem 7'de gösterilmiştir.

$$\frac{\partial(\rho \bar{u}_i)}{\partial t} = -\frac{\partial(\rho \bar{u}_j \bar{u}_i)}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\bar{u}_j}{\partial x_i}\right) \rho \overline{u_i' u_j'}\right] + F_i \tag{7}$$

PIV düzeneğinde akışkanın karakteristik özellikleri, sınır şartlarının model boyutlarını kısıtlaması v.b. sebeplerden ötürü Reynolds sayısı 26000 olarak belirlenmiştir. Bu da 0,278m/sn akış hızına tekabül etmektedir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği uygulamasında ρ= 1.225 kg/m^3, U = 10 m/s, μ= 1.78x10 -5 kg/ms, P= 101 kPa olacak şekilde sınır ve başlangıç koşulları belirlenmiştir. HAD aşamasında problemin çözümü için yeterli olan ağ yapısını bulmak maksadıyla dört farklı ağ yapısı denenmiş, içinden birbirine en yakın sonucu veren ve en az işlemci zamanını harcayan ağ yapısı tespit edilip problem o ağ yapısı ile çözülmüştür. Ağ yapısında 1677467 hücre ve 432414 düğüm bulunmaktadır. Hesaplama alanı ve ağ yapısı Şekil 3 ve Şekil 4'da verilmiştir. Hesaplama modeli olarak standart K epsilon türbülans modeli kullanılmıştır. Reynolds sayısı 20000 olacak şekilde elde edilen sonuçlar boyutsuzlaştırma uygulanarak belirli noktalarda PIV deneyi ve diğer literatür sonuçları ile kıyaslanmıştır.



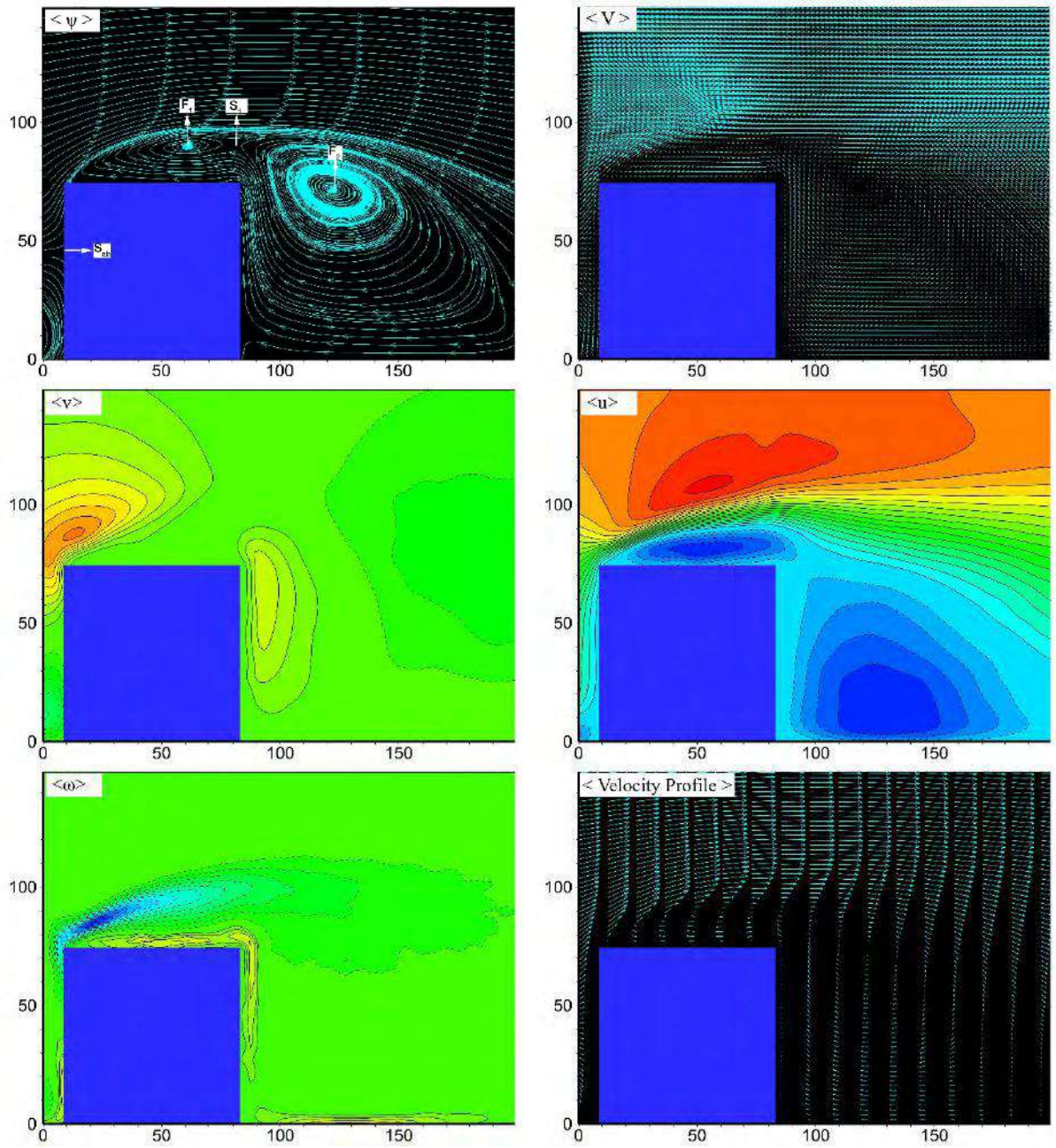
Şekil :3 HAD probleminin hesaplama alanı



Şekil 4: HAD probleminin ağ yapısı

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. PIV Bulguları



Şekil 5: PIV Bulguları; sırasıyla ortalama akım çizgileri, ortalama vektörler, ortalama akış eksenine dik hız, ortalama akış eksenine paralel hız, vortisite ve hız profilleri.

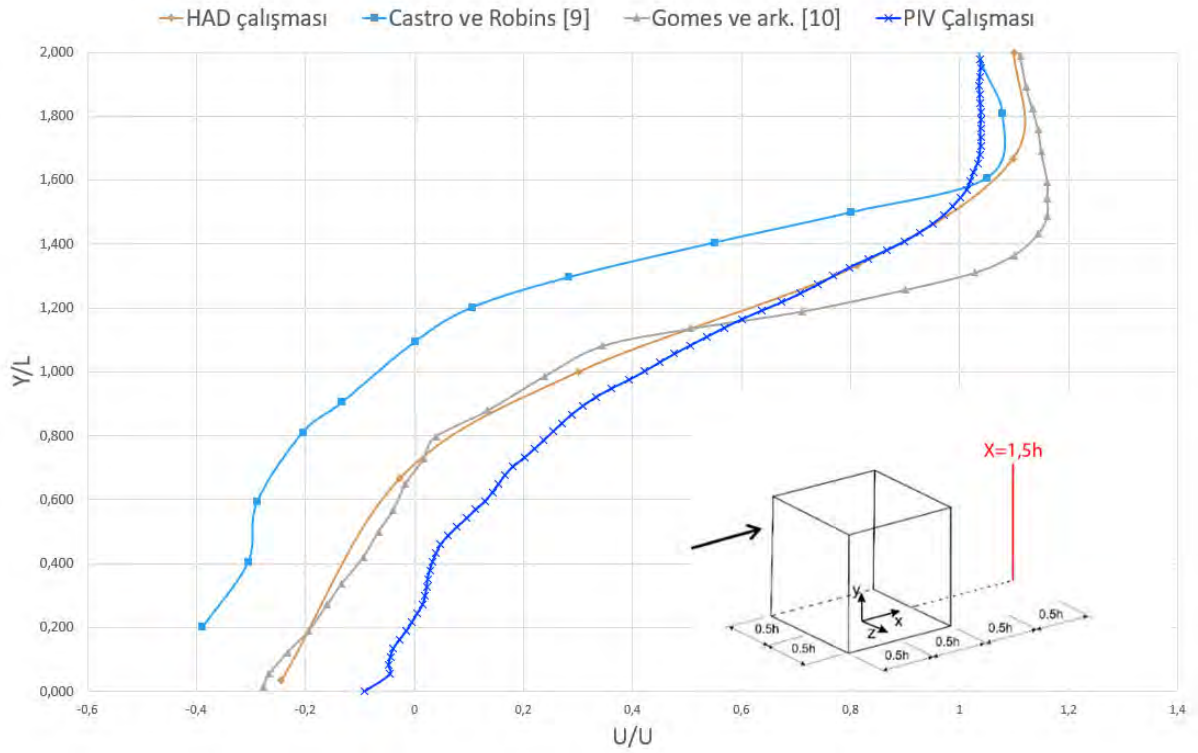
Yapılan deneyler sonucunda akışın oldukça karmaşık davranışlar sergilediği gözlemlenmiştir. Ortalama akış çizgileri gözlemlendiğinde akış, küpün ön bölgesinde (8,26mm, 44,53mm) konumunda ve üst arka köşesinde (79mm, 90,4mm) konumunda olmak üzere iki adet bölgede ayrılmıştır. Ön bölgede ikiye ayrılıp küpün üstünden geçen akış, cismin arkasında görüntüleme alanının dışında kalan ayrılma bölgesinden tekrar küpe doğru dönüp biri küpün arka bölgesinde büyük boyutlu (121,71mm, 70,9mm) konumunda, diğeri ise küpün üstünde (61,7mm, 89,8mm) konumunda küçük boyutlu olmak üzere iki adet girdap oluşturmuştur.

Diğer şekillerde sırası ile küp modele ait zaman ortalama akış yönü hız <u>, akışa dik hız <v> ve girdaplanma <ω> konturları verilmiştir. Noktasal çizgiler negatif hız ve girdap konturlarını sürekli çizgiler ise pozitif hız ve girdap konturlarını göstermektedir. Zamana göre ortalama akış yönü hız <u> konturları için minimum hız <u> = -108mm/s, maksimum hız <u>= 366mm/s ve artış Δv= 20mm/s olarak verilmiştir. Zamana göre ortalama akışa dik hız <v> konturları için minimum hız <v> = -104mm/s, maksimum hız <v>=174mm/s ve artış Δv=20mm/s olarak

verilmiştir. Zamana göre ortalama girdap <ω> konturları için minimum <ω> = -66, maksimum <ω>= 27 ve artış Δω= 5 olarak verilmiştir. Akış yönü "u" hızının konturlarına bakıldığında (53,11mm, 80,38mm) merkezli ve (128,80mm, 15,66mm) merkezli iki adet hızın negatif yönde maksimum olduğu akış bölgesi, (50,34mm, 107,01mm) konumunda ise akış yönündeki hızın pozitif yönde maksimum olduğu bölge gözlemlenmektedir. Elde edilen dikey hız konturuna bakıldığında dikey hızın en yüksek olduğu bölgenin (12,54mm, 87,15mm) konumunda olduğu görülmüştür. Aynı bölgede negatif girdaplanma görülmekte ve model boyunca devam etmektedir. Negatif girdap konturları saat yönü, pozitif girdap konturları ise saatin tersi yönü girdap değerlerini ifade etmektedir. Model üst yüzeyinde ve model arka yüzeyi boyunca pozitif girdaplanma görülmekte model üst yüzeyindeki negatif girdapların pozitif girdaplara göre daha baskın olduğu gözlemlenmektedir.

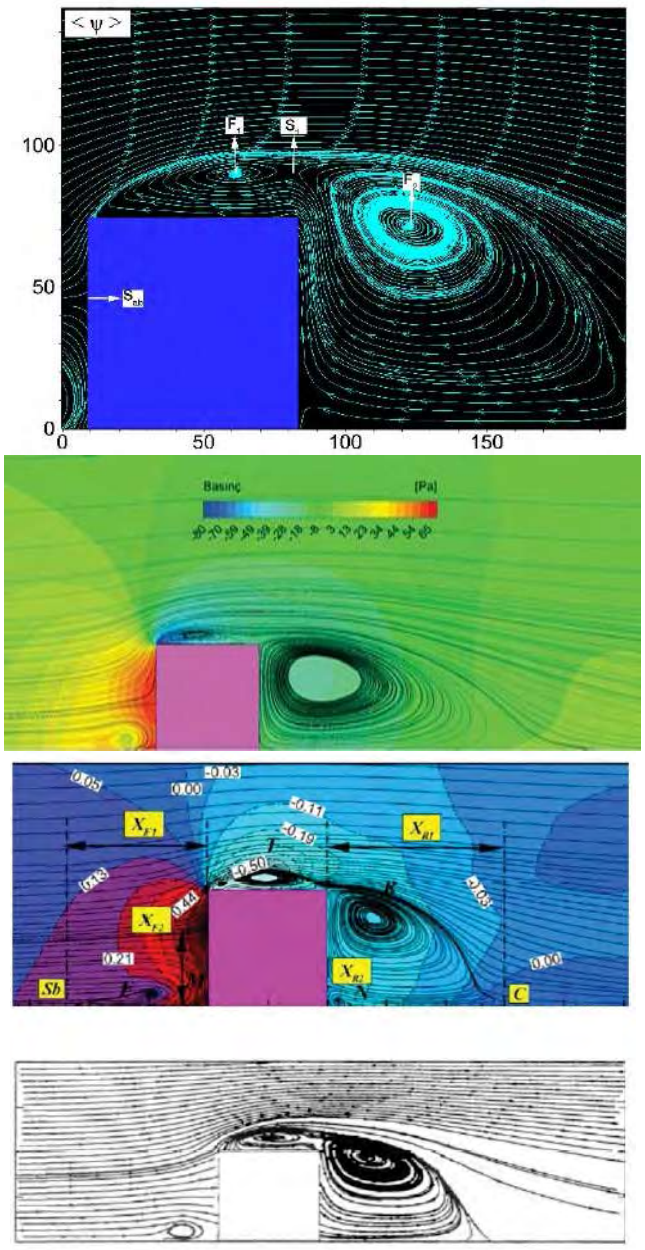
3.2. HAD bulguları ve Literatür sonuçları ile karşılaştırma

Şekil 6' da modelin x=1,5h konumunda ölçülen PIV ve HAD analizi sonuçları boyutsuzlaştırılmış, hız profilleri literatürdeki deneysel ve sayısal çalışmalar ile karşılaştırılmış, sonuçların uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 7. X=1.5h konumunda dikey hız profilleri

Şekil 7'de PIV tekniği ve farklı standart k epsilon türbülans modeli ile yapılan simülasyon sonuçlarında akım çizgilerinin değişimi Murakami ve Mochida [6] ve Yakhot ve ark.'nin [4] yaptığı deneysel ve sayısal çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Sayısal çalışmalarda görüntülenen küpün ön bölgesindeki yüksek basınç bölgesinin konumu benzerlik göstermektedir. Akım çizgileri incelendiğinde ise her dört çalışma için küpün ön bölgesindeki ayrılma noktası, üzerindeki küçük girdap oluşumu ve arka bölgesinde kalan büyük girdapların konumu birbiriyle benzerlik göstermektedir.



Şekil 7: Sırasıyla PIV akım çizgileri, HAD akım çizgileri ve basınç konturları, sayısal Yakhot Vd. [4] ve deneysel Murakami ve Mochida [6] literatür sonuçları.

4. Sonuç

Küp cisim etrafındaki akış çizgileri, basınç konturları, akış yönünde ve akışa dik eksendeki hızlar, vortisite v.b. karakteristik özellikleri literatür sonuçları ile karşılaştırılmıştır. İncelenmiş modeller geometrik olarak basit şekiller olmakla beraber, etraflarındaki akış yapıları hayli komplekstir. Reynolds sayısı benzer aralıkta iken akışın kritik özelliklerinin model varyasyonlarında benzer olduğu görülmüştür. Kübik cisimlerde yan görünüşten bakıldığında çapı, model yüksekliğinin yaklaşık 1 – 1,5 katı olarak belirlenen ters akış bölgeleri tespit edilmiştir. Bu akış bölgeleri cisimlerin üst bölgelerinde ve arka bölgelerinde olmak üzere genellikle iki adettir. Küpün üst bölgesinde oluşan bu yüksek hızlı akış bölgeleri konumlandırılacak rüzgâr türbinleri ile enerji eldesinde avantaj oluşturma potansiyeline sahiptir. Ayrıca elde edilen deneysel veriler, gelecekte yapılacak olan HAD uygulamalarının doğrulanması için kullanılabilir.

5.Kaynakça

[1] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü "Rüzgâr Enerjisi" Erişim Adresi: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx Erişim tarihi: 28.05.2019

[2] Holmes, J. D., Wind loading of structures: CRC press; 2018.

[3] Baskaran, A., Stathopoulos, T., Computational evaluation of wind effects on buildings, Building and Environment;24:325-33. 1989.

[4] Yakhot, A., Liu, H., Nikitin, N., Turbulent flow around a wall-mounted cube: A direct numerical simulation, International Journal of Heat and Fluid Flow;27:994-1009. 2006.

[5] Cheng, Y., Lien, F. S., Yee, E., Sinclair, R., A comparison of large Eddy simulations with a standard k–ε Reynolds-averaged Navier–Stokes model for the prediction of a fully developed turbulent flow over a matrix of cubes, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics;91:1301-28. 2003.

[6] Murakami, S., Mochida, A., Three-dimensional numerical simulation of turbulent flow around buildings using the k− ε turbulence model, Building and Environment;24:51-64. 1989.

[7] Jiang, Y., Alexander, D., Jenkins, H., Arthur, R., Chen, Q., Natural ventilation in buildings: measurement in a wind tunnel and numerical simulation with large-eddy simulation, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics;91:331-53.2003.

[8] Richards, P. J., Hoxey, R. P., Connell, B. D., Lander, D. P., Wind-tunnel modelling of the Silsoe Cube, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics;95:1384-99. 2007.

[9] Castro, I.P., Robins, A.G., The flow around a surface-mounted cube in uniform and turbulent streams, J. Fluid Mech. 79 (2) (1977) 307-335.

[10] Gomes, M. G., Moret Rodrigues, A., & Mendes, P. (2005). Experimental and numerical study of wind pressures on irregular-plan shapes. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 93(10), 741–756.

[11] Özalp, C., Söyler M., Binalar Etrafındaki Akışın Sayısal İncelenmesi. 4th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2019) 571- 575

Farklı Eğitim Algoritmaları Kullanarak YSA Tabanlı Güneş Işınım Şiddetinin Tahmini ve Karşılaştırmalı Analizi

Dilan Kaya, Emrah Dokur * ve Mehmet Kurban **

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bilecik

** Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilecik,*

*** Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilecik*

***Özet*—Ülkelerin gelişiminde, yaşantısında ve ekonomisinde önemli bir rol oynayan enerjinin hızla tükenmesi, bilim insanlarını enerji ihtiyacını karşılayabilmek için yeni ve alternatif yollar aramaya sürüklemiştir. Bu yolların başında tükenmeyen, bol olan ve çevreye daha az zarar veren yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Güneş enerjisi, bulunuşu, kullanımı, uygulanabilirliği ve verimi açısından en önemli olan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Güneş enerjisi üzerine yapılan çalışmalarda, güneş ışınım şiddetinin önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, öncelikle yenilenebilir enerji kaynakları arasında hem sahip olduğu bölgesel potansiyel, hem de miktar açısından önemli bir yeri olan güneş enerjisi ele alınmış ve güneş enerjisinin potansiyel analizi hakkında bilgi verilmiştir. Bu analizde önemli bir yere sahip olan güneş ışınım şiddetinin tahmini konusuna değinilmiştir. Daha sonra yapay sinir ağları yönteminde farklı eğitim algoritmaları kullanılarak, Bilecik iline ait bir yıllık saatlik güneşlenme şiddeti verileri ile güneş ışınım şiddetinin tahmini gerçekleştirilmiştir. Tahminde öncelikle geçmiş zaman verileri kullanılarak ileri beslemeli ağ farklı eğitim algoritmaları kullanılarak eğitilmiş daha sonra literatürde iyi bilinen hata performans metrikleri kullanılarak test verilerindeki başarımlar karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.**

Anahtar Kelimeler—Eğitim Algoritması, Yapay Sinir Ağları, Güneş Işınım Şiddeti.

I. GIRIŞ

Geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından ve sorunlarından biri enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği olmuştur. Dünyadaki toplam birincil enerji tüketiminin büyük bölümünü fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Hızla gelişmekte olan teknolojinin enerji ihtiyacının artmasına sebep olması ve dünyadaki fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmaları hızlandırmıştır. [1] Fosil kaynakların aksine yenilenebilir enerjilerin, çevre sorunlarına neden olmaması, canlıların yaşamlarını tehdit etmemesi, temiz, güvenilir ve sürdürülebilir nitelikte olması gelecek nesiller için büyük önem taşımaktadır. [2]

Yenilenebilir enerji kaynaklarının oluşmasına dolaylı yönden etki eden güneş enerjisinin bol, tükenmeyen, çevreyi kirletici, duman, gaz, karbonmonoksit, kükürt ve radyasyon gibi atıklarının olmaması, yerel uygulamalar için elverişli olması diğer enerji türlerine göre daha avantajlı olduğunu ve üzerinde daha çok çalışılması gereken bir konu olduğunu göstermektedir. [3]

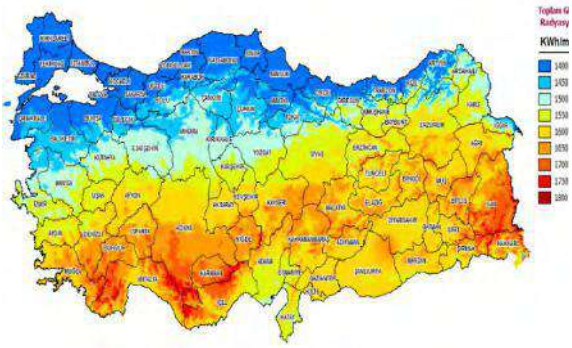
Bu çalışmada, yapay sinir ağları yönteminde farklı eğitim algoritmaları kullanılarak, Bilecik ilinin güneş ışınım şiddeti tahmini gerçekleştirilmiştir. Tahminde öncelikle geçmiş zaman verileri kullanılarak ileri beslemeli ağ farklı eğitim algoritmaları kullanılarak eğitilmiş daha sonra bazı hata performans metrikleri kullanılarak test verilerindeki başarımlar karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

II. GÜNEŞ IŞINIMI VE GÜNEŞ ENERJI POTANSIYELI

Güneş, helyum ve hidrojen gazlarından oluşan, 1.34 milyon km çapında orta büyüklükte bir yıldızdır. Yer yüzüne uzaklığı 150 milyon km (± 2.6 milyon km) olup merkez sıcaklığı 20 milyon ºC, yüzey sıcaklığı 6.000 ºC civarındadır. Güneşteki elektronlar yüksek sıcaklık nedeni ile atom çekirdeklerinden ayrılmaktadır. Güneş içerisinde bulunan hidrojenin helyuma dönüşmesi

termonükleer reaksiyon (füzyon) olarak adlandırılmakta ve bu reaksiyon sonucunda ortaya çıkan ısı enerjisi uzaya çeşitli dalga boylarında ışınımlar olarak yayılmaktadır. [4]

Dünya atmosferinin üst sınırına gelen ortalama güneş enerjisi yoğunluğu yaklaşık 1.37kW/m² 'dir. Ekvatorun 35° kuzey ve güney enlemleri arasında yer alan kısım, güneş enerjisinden en iyi yararlanan bölgedir ve "Dünya Güneş Kuşağı" olarak adlandırılmaktadır. Bu bölge yılda 2000-3500 saat güneş almakta ve güneş potansiyeli 3,5-7 kWh/m²/gün arasında değişmektedir [5]. Dünya üzerindeki güneş potansiyeli, bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Ülkemiz coğrafi konumu nedeniyle diğer ülkelere nazaran yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu durumun en büyük etkenlerden biri, yıl içerisindeki güneşli gün sayısının fazla olmasıdır. Türkiye'nin güneşlenme süreleri sene içerisinde değişiklik gösterse de yıllık olarak yaklaşık 2 bin 738 saat olmakta ve güneşten üretilen elektrik potansiyeli yapılan hesaplamalar doğrultusunda en az 500 bin MW olarak tahmin edilmektedir [6]. EİE ve DMİ istasyonlarında 1985-2006 yıllarına ait ölçüm değerleri kullanılarak hazırlanmış olan Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası Şekil 1'de gösterilmektedir [7].

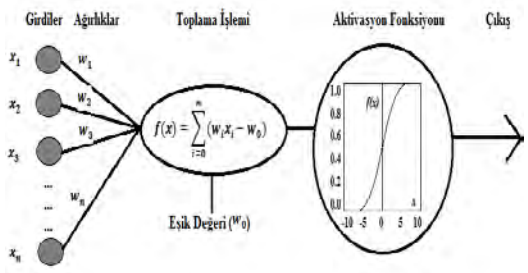


Şekil 1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

III. YAPAY SINIR AĞLARI

YSA, insan beyninin çalışma ilkesinden esinlenilerek ortaya çıkarılan ve beyindeki sinir ağlarına benzer bazı performans özellikleri içeren bir veri işleme tekniğidir. YSA'lar genel olarak veriler arasındaki ilişkilerin çok karmaşık ve doğrusal olmadığı durumlarda kullanılmaktadır ve sınırsız sayıda değişkenle çalışabilme, genelleme yapabilme, veriden öğrenebilme vb. birçok önemli özelliğe sahiptir. [8]

YSA'ların temel yapı birimi yapar sinir hücreleridir (YSH). Yapay sinir hücresinin genel giriş-çıkış yapısı, Şekil 2'de de görüleceği üzere 5 ana bileşenden oluşmaktadır. Bu ana bileşenler, girdiler (x_i), ağırlıklar (w_i), toplam fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkıştır. [8]

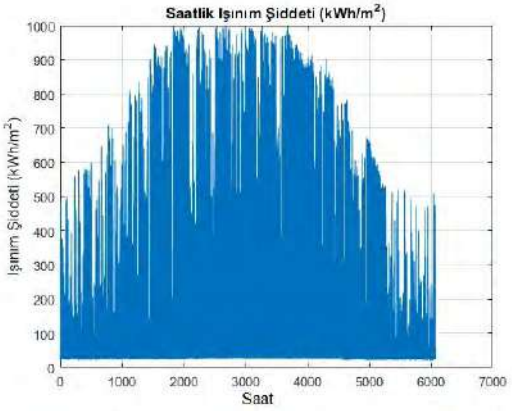


Şekil 2. Yapay Sinir Hücresi [5]

YSA'lar eğitim ve test olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşama olan eğitim aşaması eldeki veriler kullanılarak sağlanmakta, daha sonra gerçekleşen test aşaması ise, eğitim sırasında kullanılmayan verilerle sağlanmaktadır. Genellikle giriş, çıkış ve gizli katman olmak üzere üç katmandan meydana gelen YSA'lar, yapısal ve matematiksel olarak birbirinden farklılıklar göstermektedirler. Girişteki veri sayısı, giriş hücre sayısını, çıkıştan alınan bilgi sayısı, çıkış hücre sayısını vermektedir. Gizli hücre sayısı ise, genellikle deneme yoluyla bulunmaktadır. YSA'ların eğitilmelerinde kullanılan algoritmalar ve hücre çıkışında kullanılan aktivasyon fonksiyonundaki değişiklikler matematiksel farklılıkları oluşturmaktadır. [8]

IV. UYGULAMA

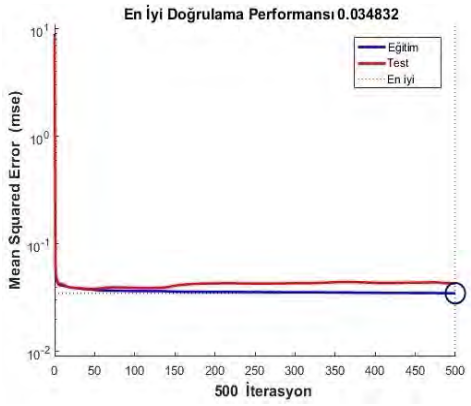
Bu çalışmada; Bilecik ili gözlem istasyonuna ait 2018 yılı ocak ayı saatlik güneşlenme şiddeti verileri (kwh/m^2) kullanılarak veri seti oluşturulmuştur. Ocak ayı saatlik güneş ışınım şiddeti verilerinin zaman serisi Şekil 3'te gösterilmektedir.



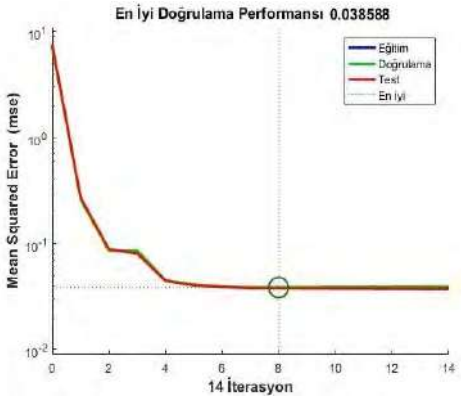
Şekil 3. Saatlik Güneş Işınım Verisi

Uygulamada, saatlik güneş ışınım şiddeti tahmini yapılırken geçmiş ışınım değerlerinden yararlanılmıştır. Bu veriler ile YSA'da eğitilmiştir. İleri beslemeli yapay sinir ağını eğitmek için Levenberg-Marquardt (L-M) ve Bayesian-Regularization (B-R) eğitim algoritması ayrı ayrı kullanılmıştır. YSA modelimiz 3 giriş, biri 15 nöronlu diğeri 7 nöronlu olmak üzere 2 gizli katman ve 1 çıkıştan oluşmaktadır. Saatlik ışınım şiddeti verilerimizin %70'i eğitim ve %30'u test olarak kullanılmıştır.

Eğitim, doğrulama ve test verilerine ait her bir eğitim aşamasındaki performans fonksiyonlarının değişimleri Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. B-R Eğitim Algoritması Performans Fonksiyonlarının Değişimi



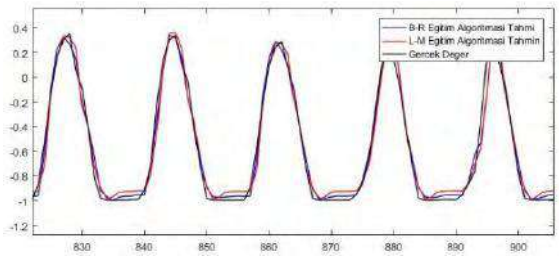
Şekil 5. L-M Eğitim Algoritması Performans Fonksiyonlarının Değişimi

Bilecik ilinin ocak ayına ait saatlik güneşlenme şiddetinin (kwh/m^2) ve her bir eğitim algoritmasına göre elde edilmiş YSA verilerinin normalizasyon değerlerinin bir bölümü ile TABLO I' de karşılaştırılmıştır.

TABLO I. SAATLIK GÜNEŞLENME ŞIDDETI (kwh/m^2) VE YSA'NIN TAHMIN DEĞERLERI.

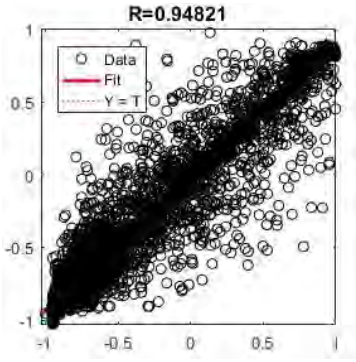
Veri	Gerçek Değer	Tahmin L-M	Tahmin B-R
850	-0,9813	-0,8838	-0,8770
851	-0,9934	-0,9828	-1,0239
852	-0,9942	-1,0037	-0,9661
853	-0,9947	-0,9251	-0,9550
854	-0,9939	-0,9171	-0,9504
855	-0,9945	-0,9148	-0,9472
856	-0,9939	-0,9157	-0,9494
857	-0,8931	-0,9151	-0,9476
858	-0,5730	-0,7018	-0,6568
859	-0,1959	-0,1741	-0,1313

Gerçekte olması gereken çıkış ile her bir eğitim algoritmasına göre elde edilen YSA çıkış grafiğinin bir bölümü Şekil 6'da verilmiştir.

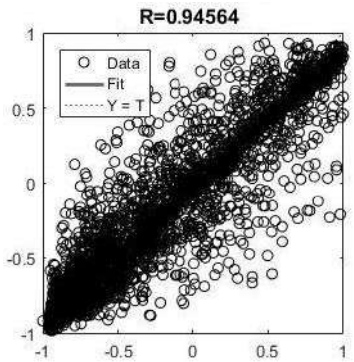


Şekil 6. Gerçek Değer, L-M ve B-R Eğitim Algoritması Tahminlerinin Karşılaştırılması

Modelleme performansının gösterilmesi için gerçekte olması gereken çıkış ile her bir eğitim algoritmasına göre elde edilen YSA çıkışının karşılaştırması için bütün verilerin sonuçlarına ait regresyon eğrileri Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir. Bu regresyon sonuçlarına göre her iki eğitim algoritmasının da gerçek veriye çok yakın değerler aldığı görülmüştür.



Şekil 7. B-R Eğitim Algoritması Regresyon eğrisi



Şekil 8. L-M Eğitim Algoritması Regresyon eğrisi

V. SONUÇ VE ÖNERI

Günümüzün en önemli ihtiyaçlarından biri olan enerjinin hızla tükenmesi yenilenebilir enerji üzerine yapılan çalışmaları ön plana çıkarmaktadır. Güneş enerjisi hem potansiyeli hem de sürdürülebilirliği açısından tercih edilen başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarındandır. Güneş enerjisi üzerine yapılan çalışmalarda güneş ışınım şiddetinin doğru analiz edilmesinin son derece önemli olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, Bilecik ili saatlik güneş ışınım verileri kullanılarak Levenberg-Marquardt (L-M) ve Bayesian-Regularization (B-R) eğitim algoritmalarıyla eğitilen ileri beslemeli yapay sinir ağı modellileri kullanılarak kısa dönemli güneş ışınım şiddeti tahminleri yapılmıştır. Geçmiş zaman verileri ile eğitilen ağ sisteminin çıkışı bir sonraki saatlik zaman dilimindeki güneş ışınım değeri tahmin edilmektedir. Çalışmada sonuçların normalizasyon hali kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Bayesian-Regularization (B-R) eğitim ağı modelinin hata performans kriterleri RMSE, MAE ve MSE metriklerine bağlı olarak sırasıyla 0.1464, 0.0910 ve 0.0214 bulunmuştur ve Levenberg-Marquardt (L-M) eğitim ağı modelinin hata performans kriterleri RMSE, MAE ve MSE metriklerine bağlı olarak sırasıyla 0.1512, 0.0994 ve 0.0229 bulunmuştur. Yapılan çalışma sonucunda eğitim algoritmalarına ait değerler birbirine çok yakın çıkmıştır fakat L-M eğitim algoritması 0:00:00 sürede sonuç verirken B-R eğitim algoritmasının 0:00:11 sürede sonuç verildiği görülmüştür. Gelecek çalışmalarda bu hata performans kriterinin düşürülmesi adına farklı hibrit yaklaşımların kullanılabilmesi öngörülmektedir.

VI. KAYNAKÇA

[1] M. T. Gençoğlu, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi", Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14/2, s. 57-64, Aralık, 2002.

[2] F. Çanka Kılıç, "Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri", Mühendis ve Makine, Cilt:56, Sayı: 671, s. 28-40, 2015.

[3] D. Kaya, E. Dokur, M. Kurban, "Güneş Enerjisi Potansiyeli Belirlemede Kullanılan Yöntemlerin Analizi", Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi (UGHEK), 2018.

[4] D. Kaya, E. Dokur, M. Kurban, "Yüzey Tipine Göre Toplam Güneş Işınım Şiddeti Değişiminin Analizi", Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi (UGHEK), 2018.

[5] K. M. Aksungur, M. Kurban, Ü. B. Filik, " Türkiye'nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Işınım Verilerinin Analizi Ve Değerlendirilmesi", V. Enerji Verimliliği Ve Kalitesi Sempozyumu, 2013.

[6] F. Taktak, M. Ilı "Güneş Enerji Santrali (Ges) Geliştirme: Uşak Örneği", Geomatik Dergisi-Journal Of Geomatics, 3(1);1-21, 2018.

[7] http://www.eie.gov.tr/mycalculator/default.aspx

[8] D. Kaya, E. Dokur, M. Kurban, "Güneş Işınım Şiddetinin Yapay Sinir Ağı Tabanlı Tahmini ve Bilecik İli Uygulaması", Kocaeli Üniversitesi, International Symposium on Engineering Natural Sciences and Architecture (ISENSA), 2019.

Güneş Işınım Şiddetinin Tahmininde Dalgacık Ayrıştırma Yönteminin Kullanılmasının Analizi ve Uygulaması

Dilan Kaya, Emrah Dokur * ve Mehmet Kurban **

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bilecik

** Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilecik,*

*** Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilecik*

***Özet*—Günümüzde hızla gelişmekte olan teknoloji, enerji tüketiminin artmasına neden olarak gelecek nesillerin enerji ihtiyacının karşılanmasında tehlike oluşturmaktadır. Bu sebeple, enerji devamlılığını ve ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynayan yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmalar hızla artmaktadır. Dolaylı olarak birçok enerji kaynağının oluşumuna sebep olan güneş enerjisinin yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yeri bulunmaktadır. Hava koşullarına göre değişiklik gösteren güneş ışınım şiddetinin doğru tahmini güneş enerjisi üzerine yapılan çalışmalar başta olmak üzere birçok alanda büyük rol oynamaktadır. Güneş ışınım şiddeti tahmininde zaman serisi analizi yöntemi, akıllı sezgisel ve hibrit akıllı sezgisel yaklaşımlar gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise, daha yüksek tahmin doğruluğu elde etmek için güneş ışınım şiddeti tahmininde güçlü bir araç olan yapay sinir ağları ile dalgacık ayrıştırma yöntemi birleştirilmiştir. Tahminde öncelikle Bilecik iline ait bir yıllık güneş ışınım şiddeti verileri dalgacık ayrıştırma yöntemi ile dört seviyede ayrıştırılmıştır. Daha sonra her bir seviye için geçmiş zaman verileri ile ileri beslemeli ağ eğitilmiş ve elde edilen test verileri toplanarak bulunan sonuçlar, yapay sinir ağları yöntemi ile elde edilen test verileriyle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.**

Anahtar Kelimeler: Güneş Işınım Şiddeti, Dalgacık Ayrıştırma Yöntemi, Yapay Sinir Ağları.

I. GIRIŞ

Dünyada artan sanayileşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak enerji ihtiyacının giderek artması ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının giderek tükenmesi, gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebi de arttıracaktır. Günümüzde sık kullanılan, uygulanabilirliği ve verimi açısından önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin potansiyelinin yüksek, bol ve tükenmeyen olması, çevreyi kirletici atıklarının olmaması diğer enerji türlerine göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Bu tür sistemlerin kurulum, bakım gibi maliyetlerinin oldukça yüksek olması ve elde edilecek olan enerjinin sürekli olmaması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında sistemlerin tesis edilmesinden önce sağlıklı, güvenilir ve kolay ulaşılabilir güneş ışınım verileri büyük bir öneme sahiptir [1].

Bu çalışmada, yapay sinir ağları yöntemi ile dalgacık ayrıştırma yöntemi birlikte kullanılarak, Bilecik ilinin güneş ışınım şiddeti tahmini gerçekleştirilmiştir. Tahminde öncelikle dalgacık ayrıştırma yöntemi ile veri seti dört seviyede ayrıştırılmış ve her bir seviye için geçmiş zaman verileri kullanılarak ileri beslemeli ağ eğitilmiştir. Daha sonra her bir seviye için elde edilen test verileri toplanmıştır ve sadece yapay sinir ağları yöntemi ile elde edilen test verileriyle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Test verilerindeki başarımlar bazı hata performans metrikleri kullanılarak yapılan iki çalışma için analiz edilmiştir.

II. GÜNEŞ IŞINIM ŞIDDETI VE TAHMIN YÖNTEMI

Güneş, çapı yaklaşık 1,4 milyon km olan ve dünyamızdan 150 milyon km uzaklıkta bulunmaktadır. Güneşin bir saniyede güneş sistemine verdiği enerji, çok büyük olmasına rağmen, ışığın havakürede aldığı yolun uzunluğu yerküre atmosferinin dışına küçük bir bölümünün ulaşmasına sebep olmaktadır. Dünya atmosferinin dışına gelen

güneş ışınımının değeri yaklaşık 1367 W/m²'dir. Yılda toplam 3x1021 J kadarlık güneş enerjisi yeryüzüne ulaşmakta ve bu enerji miktarı insanlığın ihtiyaç duyduğu enerjinin milyarlarca katıdır [2].

Mühendisler, hidroloji uzmanları, tarımcılar ve mimarlar gibi farklı meslek gruplarında çalışan insanlar, sağlıklı ve verimli işler yapmak için güneş enerjisi mevcudiyeti ve yeterliliği konusunda doğru bilgiye ihtiyaç duyarlar. Güneş enerjisinin mevcudiyeti ve miktarı, güneş ışınım şiddetinin ölçülmesiyle veya çeşitli yöntemler yardımıyla belirlenebilmektedir [3].

Güneş enerjisi santrallerinin kurulumunun maliyetli olması, yönetimi, güneş enerjisi sisteminin tasarımı ve benzeri tüm güneş enerjisi uygulamaları için santrallerin kurulacağı bölgede hatalı yatırımların önüne geçilmesi adına güneş ışınım şiddetinin santral kurulumundan önce doğru şekilde tahmin edilmesi çok önemlidir. Bölgelere göre değişiklik gösteren güneş ışınım şiddetinin analizi ve etkili kullanımı için farklı iklim coğrafyalarında çeşitli yöntemler üzerine çalışılmaktadır. Bunlar;

- Zaman Serisi Analizi,
  - Otoregresif (*AR(p)*) Yöntem
  - Hareketli Ortalama (MA(q)) Yöntemi
  - Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA(p,q)) Yöntemi
  - Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) Yöntemi
- Akıllı Sezgisel Yaklaşımlar,
  - Yapay Sinir Ağları Yöntemi
- Hibrit Akıllı Sezgisel Yaklaşımlar
  - Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) Yöntemi
  - Dalgacık Ayrıştırma Yöntemi
  - Genetik Algoritma Yöntemi

gibi çeşitli yöntemlerdir [2].

III. YAPAY SINIR AĞLARI

Deneme yolu ile öğrenme ve genelleştirme yapan yapay sinir ağları (YSA) yöntemi, insan beyin fonksiyonlarından esinlenerek ortaya çıkarılmıştır. YSA'lar genel olarak veriler arasındaki ilişkilerin çok karmaşık ve doğrusal olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Geleceği tahmin de yapay sinir ağlarının kullanıldığı önemli alanlardan biridir. Ağa, girdi bilgileri ve bu girdilere karşılık gelen çıktı bilgileri verilmekte ve ağın girdi-çıktı arasındaki ilişkiyi öğrenmesi sağlanmakta, böylece ağın eğitimi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem öğreticili öğrenme olarak adlandırılmaktadır ve genelde tercih edilen bir yöntemdir [4].

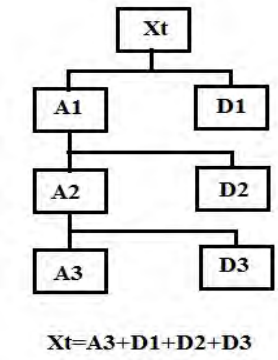
Bu çalışmada, öğreticili öğrenme ağlarından biri olan geri yayılım algoritması ve ileri beslemeli ağ yöntemi kullanılmıştır. TABLO I'de 3 giriş ve 1 çıkıştan oluşan bir geri yayılım algoritması ve ileri beslemeli ağ yönteminin çalışma mantığı verilmiştir. X değerleri verileri, giriş kısmı geri yayılım algoritmasını, hedef bölümü ise ileri beslemeli ağı temsil etmektedir.

TABLO I. GERI YAYILIM ALGORITMASI VE ILERI BESLEMELI AĞ YÖNTEMI.

Giriş			Hedef
X1	X2	X3	X4
X2	X3	X4	X5
X3	X4	X5	X6
X4	X5	X6	X7
X5	X6	X7	X8
X6	X7	X8	X9
X7	X8	X9	X10

IV. DALGACIK AYRIŞTIRMA YÖNTEMI

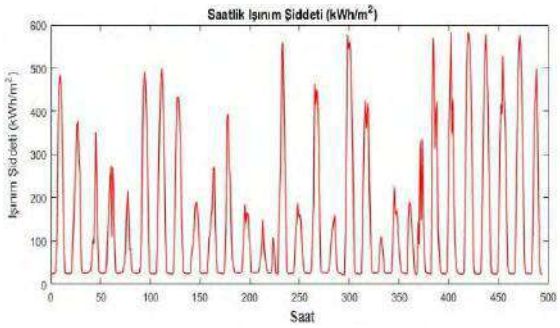
Dalgacık dönüşümü, durağan ve durağan olmayan işaret analizinde kullanılan ve bir işareti farklı ölçeklerdeki çözünürlük seviyelerinde tek bir fonksiyonu genişleterek ayrıştıran, önemli bir matematiksel yöntemdir. Sürekli ve ayrık olmak üzere iki farklı şekilde incelenir. Sürekli dalgacık dönüşümünde ölçeklendirme ve dalgacık fonksiyonu parametrelerinin sürekli olarak değişiminden dolayı her bir ölçek için dalgacık katsayılarının hesaplanması zor ve zaman alıcı olmaktadır. Bu nedenle ayrık dalgacık dönüşümü daha sık kullanılmaktadır. Dalgacık ayrıştırma yöntemi ile işaret belli sayıda ölçeklere ayrılır [5]. Şekil 1'de 3 adımlı bir dalgacık ayrıştırma yönteminin şeması verilmiştir. Xt veri, A'lar yaklaşımlar, D'ler ise detaylardır.



Şekil 1. Dalgacık Ayrıştırma Yönteminin Şeması

V. UYGULAMA

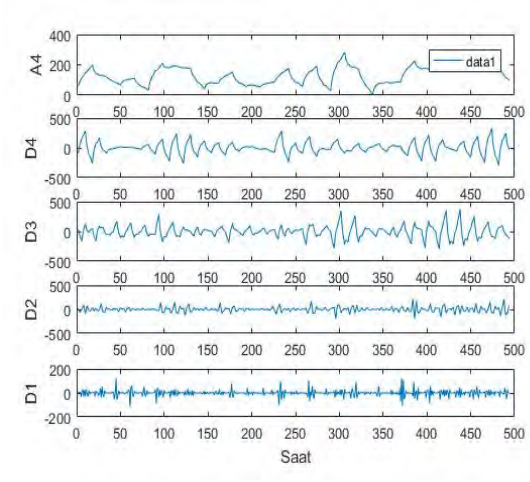
Bu çalışmada, saatlik güneş ışınım şiddeti tahmini yapılırken Bilecik ili gözlem istasyonuna ait 2018 yılı ocak ayı ışınım değerlerinden yararlanılmıştır. Ocak ayı saatlik güneş ışınım şiddeti verilerinin zaman serisi Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Saatlik Güneş Işınım Verisi

Uygulamada dalgacık ayrıştırma ve yapay sinir ağları yöntemi birlikte kullanılarak bir hibrit çalışma gerçekleştirilmiştir. Veriler dalgacık ayrıştırma yöntemi kullanılarak dört seviyede ayrıştırılmış ve ayrıştırılmış her bir parça YSA'da eğitilmiştir. Daha sonra yapay sinir ağları sonucu elde edilen eğitilmiş tahmin verileri toplanmıştır ve bu veriler sadece YSA'nın kullanıldığı başka bir çalışmanın sonucu ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. İleri beslemeli yapay sinir ağını eğitmek için Levenberg-Marquardt eğitim algoritması kullanılmıştır. Saatlik ışınım şiddeti verilerimizin %70'i eğitim ve %30'u test olarak kullanılmıştır.

Dalgacık ayrıştırması sonucu elde edilen A4 yaklaşımı ve D1, D2, D3, D4 detayları Şekil 3'te verilmiştir.



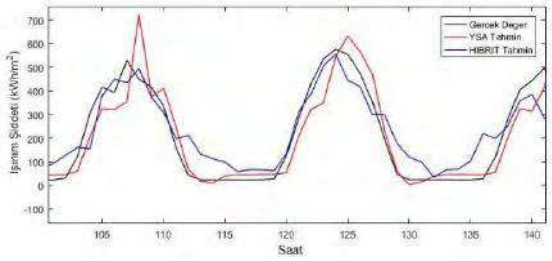
Şekil 3. Dalgacık Ayrıştırma Sonucu Yaklaşımlar ve Detaylar

Bilecik ilinin 2018 yılına ait saatlik güneşlenme şiddetinin (kwh/m^2) ve her iki çalışmadan elde edilmiş tahmin verilerinin bir bölümü TABLO II' de karşılaştırılmıştır.

TABLO II. SAATLIK GÜNEŞLENME ŞIDDETI (kwh/m^2) VE YSA'NIN TAHMIN DEĞERLERI.

Veri	Gerçek Değer	Tahmin YSA	Tahmin Hibrit
110	335,4092	411,0819	309,7853
111	160,6103	247,1585	197,4472
112	43,9614	67,1884	211,3004
113	23,7252	17,2118	132,9067
114	23,6089	10,1962	112,0340
115	23,6089	39,8466	98,2178
116	23,0274	46,6121	57,4154
117	23,3763	45,6121	66,3171
118	23,4926	46,7649	65,1391
119	27.3305	46,8839	61,7896

Gerçekte olması gereken çıkış ile çalışmalardan elde edilen sonuçların grafiklerinin bir bölümü Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Gerçek Değer, YSA ve Hibrit Tahminlerinin Karşılaştırılması

VI. SONUÇ

Son yıllarda hızla ilerleyen sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, enerji devamlılığını ve ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynayan yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmaları artmaktadır. Güneş enerjisi, güvenilirliği, sürdürülebilirliği ve yüksek veriminden ötürü yenilenebilir enerji kaynakları arasında büyük öneme sahiptir. Bu tür sistemlerin kurulum, bakım gibi maliyetlerinin oldukça yüksek olması, sistemlerin tesis edilmesinden önce sağlıklı, güvenilir ve kolay ulaşılabilir güneş ışınım verilerine ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada, dalgacık ayrıştırma ve yapay sinir ağları yöntemi birlikte kullanılarak bir hibrit çalışma gerçekleştirilmiştir. Veriler dalgacık ayrıştırma yöntemi kullanılarak dört seviyede ayrıştırılmış ve ayrıştırılmış her bir parça YSA'da eğitilmiştir. Daha sonra yapay sinir ağları sonucu elde edilen eğitilmiş tahmin verileri toplanmıştır ve bu veriler sadece YSA'nın kullanıldığı başka bir çalışmanın sonucu ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Uygulamada, Bilecik iline ait kısa dönemli güneş ışınım şiddeti

tahmini için Levenberg-Marquardt (L-M) eğitim algoritmasıyla eğitilen ileri beslemeli yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, dalgacık ayrıştırma ve yapay sinir ağının birlikte kullanıldığı hibrit çalışmanın hata performans kriterleri RMSE ve MAE metriklerine bağlı olarak sırasıyla 78.4694 ve 62.9193 bulunmuştur ve sadece yapay sinir ağı modelinin kullanıldığı çalışmanın hata performans kriterleri RMSE ve MAE metriklerine bağlı olarak sırasıyla 107.2327 ve 69.1982 bulunmuştur. Yapılan çalışma sonucunda Dalgacık ayrıştırması ve yapay sinir ağlarının birlikte kullanıldığı hibrit çalışmanın daha iyi sonuç verildiği görülmüştür.

VII. KAYNAKÇA

[1] D. Kaya, E. Dokur, M. Kurban, "Yüzeye Gelen Toplam Güneş Işınım Şiddetinin Eğime Bağlı Olarak Karşılaştırılmalı Analizi", Kocaeli Üniversitesi, International Symposium on Engineering Natural Sciences and Architecture (ISENSA), 2019.

[2] D. Kaya, E. Dokur, M. Kurban, "Güneş Işınım Şiddetinin Yapay Sinir Ağı Tabanlı Tahmini ve Bilecik İli Uygulaması", Kocaeli Üniversitesi, International Symposium on Engineering Natural Sciences and Architecture (ISENSA), 2019.

[3] E. Deniz, K. Atik, "Güneş Işınım Şiddeti Tahminlerinde Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analiz Yöntemleri Kullanımının İncelenmesi", J. of Thermal Science and Technology, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 27, 2, 15-20, 2007.

[4] C. Hamzaçebi & F. Kutay, "Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(3), 227-233, 2004.

[5] M. Uyar, S. Yıldırım, T. Gençoğlu, "Güç Kalitesi Bozulmalarının Sınıflandırılmasında Dalgacık Dönüşümüyle Enerji Dağılımına Dayalı Özelliklerin İncelenmesi", Elektrik Elektronik Bilgisayar Biyomedikal Mühendisliği 12. Ulusal Kongre ve Sergisi, 2007, 1-5.

İzmir İli Rüzgar Enerji Potansiyelinin Grafik Metot Tabanlı Analizi ve Uygulaması

Mustafa YILMAZ
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bilecik, Türkiye

Emrah DOKUR
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bilecik, Türkiye

Mehmet KURBAN
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bilecik, Türkiye

Özet — Elektrik enerjisinin yaşamın her alanında kullanılması ile birlikte ona olan bağımlılık her geçen gün artmaktadır. Ayrıca enerji modern toplumlarda ekonomik büyümenin en önemli göstergelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Sanayileşmenin artarak yaygınlaşması ile insanlık için günlük hayatın vazgeçilmez bir unsuru haline gelen enerji, sanayileşmenin de alt yapısını oluşturmaktadır. Bu nedenle, enerji ihtiyacı ulusal ve uluslararası gündemde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ülkemizde enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için konvansiyonel enerji kaynakları yaygın olarak kullanılmaktadır. İnsanlar konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanılmasından dolayı meydana gelen olumsuz sonuçlardan kaçınmak için, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını her geçen gün artırmaktadır. Rüzgar enerjisi ise yenilenebilir enerji kaynakları içinde en yaygın enerji türlerinden biridir. Bir bölgeye rüzgar enerjisi dönüştürme sistemi kurulmadan önce o bölgenin rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesi ve modellenmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesinde grafik metot tabanlı analizler, 2017-2018 yılları İzmir ili için elde edilen saatlik veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Dağılım fonksiyonun parametre tahmininde kullanılan grafik metotun model başarımı farklı hata performans metrikleri ile karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler — Rüzgar Enerjisi, Potansiyel Analiz, Weibull Dağılım Fonksiyonu, Grafik Metodu

I.GİRİŞ

Enerji, toplumsal gelişmenin ve ekonomik kalkınmanın kaynağıdır. Geçmişten günümüze insanlığın her dönem enerjiye olan talebi ve bu doğrultudaki ihtiyacı mevcut olmuştur. Özellikle son yüzyılda, sanayileşmenin hız kazanması ile birlikte insanlık için günlük hayatın vazgeçilmez bir unsuru haline gelen enerji, sanayileşmenin de alt yapısını oluşturmaktadır. Bu nedenle, enerji ihtiyacı ulusal ve uluslararası gündemde oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Enerji konusunda yaşanabilecek herhangi bir aksama toplumların günlük yaşantılarını doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple elektrik enerjisinin sürekli ve kaliteli olarak sağlanması gerekmektedir.

Konvansiyonel enerji kaynaklarının ekosistem üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilere binaen insanlar yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmişlerdir.

Rüzgâr enerjisi en çok bilinen ve en çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Rüzgâr, atmosferin ısınması ve soğumasından kaynaklanan sıcaklık ve basınç farkından oluşmaktadır. Rüzgâr, kararlı, güvenilir, sürekli, kinetik bir enerji kaynağıdır [1].

Rüzgar enerjisi, yenilenebilir özelliğe sahip olan ve çevre bakımından da temiz bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Taşıma sorunu bulunmaz ve aynı zamanda kullanımı da yüksek bir teknoloji gerektirmez. Yenilenebilir özellikte olan rüzgar enerjisinin birçok avantajı bulunmaktadır. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunan, elde edilmesi kolay olan ve çevre kirliliği olmayan temiz bir enerji kaynağıdır. Güneş ve dünya var olduğu sürece var olan ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinden yaralanmak için başka bir enerji şekline dönüştürülmesi gerekir. Buna göre rüzgar gücü yoğunluğu iyi olan yerlerde rüzgar enerji sistemleri kurularak büyük ekonomik yararlar sağlanmaktadır.

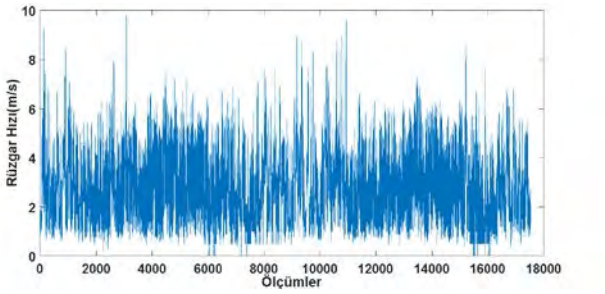
Yeryüzünün aldığı toplam güneş enerjisinin yaklaşık olarak %2'sinin rüzgârın kinetik enerjisine dönüştüğü tahmin edilmektedir. Bu miktarın toplam dünya enerji tüketiminin 100'lerce katı kadar olduğu düşünülecek olursa, rüzgâr enerjisinin önemi daha da iyi anlaşılacaktır [2].

Ülkemiz 2000'li yıllara gelinmesiyle birlikte yenilenebilir enerji alanında özellikle rüzgar enerjisinde büyük bir yükselişe geçtiği görülmektedir. Türkiye rüzgâr potansiyeli bakımından zengin olan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmektedir.

Rüzgar hızı karakteristikleri bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Bu sebeple enerji üretiminin planlanabilmesi için rüzgar hızının tahminlerinin doğru ve isabetli yapılabilmesi gerekmektedir. Bir bölgeye rüzgar enerjisi dönüştürme sistemi kurulmadan önce o bölgenin rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesi ve modellenmesi gerekmektedir.

Belirli bir bölgedeki rüzgâr hızlarının önceden tahmin edilebilmesi için çeşitli istatistiksel dağılım fonksiyonları kullanılmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalarda rüzgâr hızı frekans dağılımı Weibull[5, 6, 7], Burr[8], Gamma[9], log normal[7], Rayleigh[10] gibi farklı dağılım fonksiyonları kullanılarak gösterilmektedir[5].

Bu çalışma kapsamında, rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesinde Weibull dağılım fonksiyonu kullanılarak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda model performansının değerlendirilmesinde, 2017-2018 yılı İzmir il için saatlik rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Dağılım fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesinde grafik metodu kullanılmış, model performans kriteri için ise hataların karelerinin ortalamasının karekökü (RMSE) metrikleri hesaplanmıştır. Çalışmada yapılan bütün analizler için Matrix Laboratory (MATLAB) programı kullanılmış olup aylık ve yıllık rüzgar hızları Weibull dağılım fonksiyonu ile istatistiksel olarak modellenmiştir.



Şekil 1 – İzmir 2017-2018 Yılları İçin Ölçülen Rüzgar Hızları

II. WEİBULL DAĞILIM FONKSİYONU

Rüzgar hızı dağılımlarını belirlemek için birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Weibull dağılımı istatistiksel analizler için yaygın olarak kullanılmaktadır[6].

Weibull dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu(pdf) denklem (1)'de verilmiştir.

$$f(x|c,k) = \frac{k}{c}\left(\frac{x}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x}{c}\right)^{k}} \quad (1)$$

Weibull dağılımının kümülatif yoğunluk fonksiyonu(cdf) denklem (2)'de verilmiştir.

$$F(x|c,k) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{c}\right)^{k}} \quad (2)$$

Burada c Weibull'un ölçü parametresi iken k ise Weibull'un şekil parametresini ifade etmektedir. c değerinin yüksek olması rüzgar hızının yüksek olmasına delalet ederken k ise rüzgar hızının kararlı olduğunu göstermektedir[6].

Ortalama rüzgar hızı denklem 3'te gösterildiği gibi bulunmaktadır.

$$V_M = c\,\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right) \quad (3)$$

Rüzgar hızının maksimum frekansı denklem 4'te gösterildiği gibi belirlenmektedir.

$$V_{Mod} = c\left(1-\frac{1}{k}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (4)$$

Maksimum rüzgar hızı denklem 5'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_{Maks} = c\left(\frac{k+2}{k}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (5)$$

Rüzgar gücü yaygın olarak denklem 6'da gösterildiği gibi bulunmaktadır.

$$P = \frac{1}{2}\rho A v^3 \quad (6)$$

Burada ρ (kg/m^3) hava yoğunluğunu, A(m^2) kanatların süpürdüğü alanı göstermektedir.

Weibull dağılımı için ortalama güç yoğunluğu denklem 7'de verilmiştir.

$$P_w = \frac{1}{2}\rho c^3\,\Gamma\left(1+\frac{3}{k}\right) \quad (7)$$

Formülde gösterilen "Γ" gamma fonksiyonudur. Burada hava yoğunluğunun değişken olduğunu da hesaba katmamız gerekmektedir. 1 atmosfer basınçta ve 16,6°C'de ρ_0 = 1,225 kg/m^3 değere sahiptir. Deniz seviyesi referans alınarak ve yüksekliğe bağlı olarak hava yoğunluğunu denklem 8'de gösterildiği gibi hesaplayabiliriz.

$$\rho = [\rho_0 - (1.194)10^{-4} H_m] \quad (8)$$

Formüllerden de anlaşılacağı üzere herhangi bir bölgenin rüzgar gücü potansiyelinin belirlenebilmesi için en önemli veri rüzgar verisi olarak karşımıza çıkmaktadır. İzmir ili için 2017-2018 yıllarında ölçülen rüzgar hızları şekil 1'de verilmiştir.

III. GRAFİK METODU

Grafik yönteminde, Weibull olasılık dağılımının parametreleri grafik çizilerek hesaplanır, yani burada herhangi bir hesaplama yoktur. Grafik yönteminde öncelikle veri küçükten büyüğe doğru sıralanır ve her bir gözlem değeri için sıra meydanları hesaplanır. Verilerin sıra meydanları belirlendikten sonra, grafik üzerinde veri ve sıra meydanları çizilir. Grafiğin X ekseninde zaman verileri, Y ekseninde ise kümülatif yüzdeler yer almaktadır. Bu noktalar

içinde en mümkün doğru elde edilir. Bu doğrudan elde edilen değer, şekil parametresinin tahmini değeridir[3].

Tablo 1

Weibull Dağılımının Parametreleri ve Weibull Dağılımına Göre RMSE Değerleri

	2017			2018		
Aylar	**k**	**c**	**RMSE**	**k**	**c**	**RMSE**
Ocak	2,3682	3,3359	0,0779	2,1754	3,3956	0,0876
Şubat	2,3965	3,4868	0,0641	2,2889	3,0010	0,0818
Mart	2,6398	2,6799	0,0827	2,7488	4,0348	0,0449
Nisan	2,4599	3,0831	0,0691	2,1423	2,8659	0,0977
Mayıs	2,6284	3,3197	0,0743	2,6839	2,9428	0,0921
Haziran	2,4236	3,0486	0,1004	2,7457	3,0392	0,0581
Temmuz	2,6751	3,5488	0,0617	2,6498	3,4580	0,0595
Ağustos	2,8752	3,4631	0,0739	2,5965	3,2664	0,0757
Eylül	2,0005	2,7728	0,1466	2,4181	3,3466	0,0596
Ekim	2,4218	2,9358	0,0892	1,5861	2,2271	0,4145
Kasım	2,1032	2,5988	0,1246	2,5219	3,0700	0,1012
Aralık	2,2305	3,4077	0,0818	2,5970	2,8664	0,1054
Yıllık	2,6106	3,3647	0,0626	2,4905	3,3684	0,0673

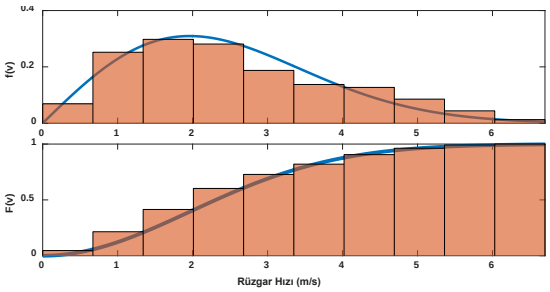
Grafik metodu kümülatif dağılım fonksiyonu kullanılarak türetilmektedir[4].

$$-\left(\frac{v}{c}\right)^{k} = \ln(1 - P(v)) \quad (9)$$

$$\ln(-\ln(1 - F(v))) = k\ln(v) - k\ln(c) \quad (10)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - x_i)^2} \quad (11)$$

Denklem (11)'de y_i ölçülen rüzgar hızını, x_i ise Weibull dağılımı ile hesaplanan olasılık değerini göstermektedir.

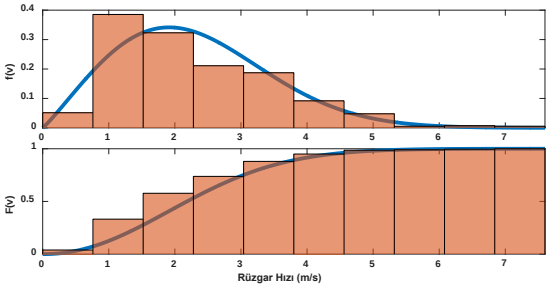


Şekil 2 – 2017 Yılı Eylül Ayı Verilerinin Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu

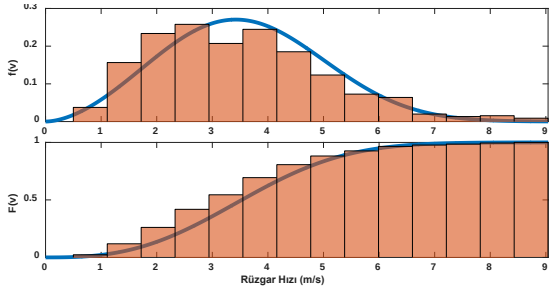
IV. RÜZGAR HIZI POTANSİYEL ANALİZİ

İzmir ili için 2 yıllık periyottaki saatlik rüzgar hızı verileri kullanılarak ölçü ve şekil parametreleri yıllık veriler esas alınarak Tablo 1'de gösterilmiştir. Ayrıca her il için RMSE değerleri hesaplanmıştır. RMSE değerleri ise 0,0581 ile 0,1466 değerleri arasında değişiklik göstermektedir.

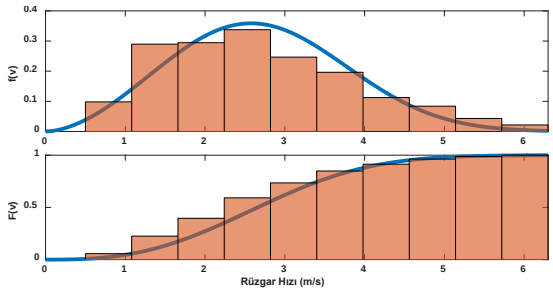
Şekil 2,3,4,5,6,7'de İzmir ili için örnek olarak 2017 yılı Eylül ve Kasım ayları ile 2018 yılı Mart, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarının olasılık yoğunluk fonksiyonu ile kümülatif yoğunluk fonksiyonlarının gerçek veriler ile uyumu verilmiştir.



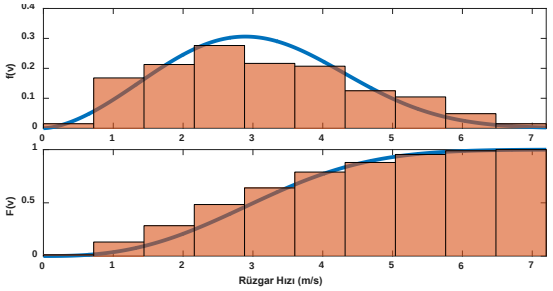
Şekil 3 – 2017 Yılı Kasım Ayı Verilerinin Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



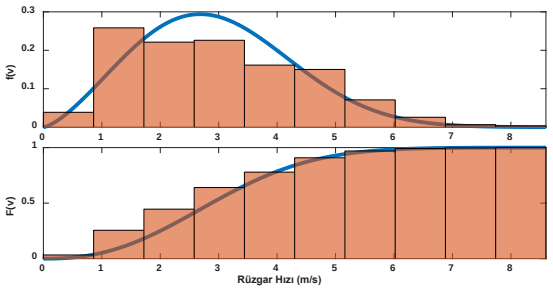
Şekil 4 – 2018 Yılı Mart Ayı Verilerinin Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



Şekil 5 – 2018 Yılı Haziran Ayı Verilerinin Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



Şekil 6 – 2017 Yılı Temmuz Ayı Verilerinin Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



Şekil 7 – 2018 Yılı Eylül Ayı Verilerinin Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu

Tablo 2'de ise 2017-2018 yıllarına ait İzmir ili rüzgar hızı karakteristikleri verilmiştir.

$$\sigma = \sqrt{c^2[\Gamma\left(1+\frac{2}{k}\right) - \Gamma^2(1+\frac{2}{k})} \qquad (12)$$

Tablo 3'te ise İzmir ili 2017-2018 yılları için standart sapma ve güç yoğunlukları gösterilmiştir. Standart sapma denklem (12)'de gösterildiği gibi bulunmaktadır.

Tablo 2

	Rüzgar Değerleri					
	2017			2018		
Aylar	VM(m/s)	VMod(m/s)	VMaks(m/s)	VM(m/s)	VMod(m/s)	VMaks(m/s))
Ocak	2,9565	2,6460	4,3200	3,0072	2,5587	4,5822
Şubat	3,0909	2,7833	4,4916	2,6585	2,3351	3,9484
Mart	2,3815	2,2377	3,3183	3,5904	3,4227	4,9227
Nisan	2,7345	2,4938	3,9267	2,5381	2,1368	3,8988
Mayıs	2,9496	2,7669	4,1171	2,6164	2,4736	3,6213
Haziran	2,7031	2,4477	3,9078	2,7043	2,5770	3,7094
Temmuz	3,1549	2,9791	4,3723	3,0732	2,8918	4,2755
Ağustos	3,0869	2,9847	4,1612	2,9011	2,7084	4,0701
Eylül	2,4573	1,9611	3,9208	2,9671	2,6838	4,2940
Ekim	2,6030	2,3562	3,7644	1,9984	1,1889	3,7248
Kasım	2,3017	1,9122	3,5709	2,7245	2,5128	3,8699
Aralık	3,0181	2,6101	4,5403	2,5459	2,3770	3,5713
Yıllık	2,9889	2,7964	4,1838	2,9884	2,7410	4,2680

Tablo 3

Standart Sapma ve Güç Yoğunluğu

	2017		2018	
Aylar	**σ(m/s)**	**PW(W/m^2)**	**σ(m/s)**	**PW(W/m^2)**
Ocak	0,7672	9,3048	0,5927	7,7258
Şubat	0,8215	9,5595	0,6348	8,6229
Mart	0,7236	12,0039	1,1303	13,2547
Nisan	0,7605	10,1521	0,4585	7,4806
Mayıs	0,8924	11,8789	0,8075	12,4981
Haziran	0,7334	9,8090	0,8506	13,2180
Temmuz	0,9708	12,3987	0,9373	12,1151
Ağustos	1,0018	14,8340	0,8665	11,5339
Eylül	0,0277	6,5155	0,8018	9,7578
Ekim	0,7053	9,7921	0,8903	4,4317
Kasım	0,3616	7,2009	0,7856	10,7612
Aralık	0,6628	8,1501	0,7605	11,5397
Yıllık	0,8980	11,6861	0,8469	10,4491

V. SONUÇLAR

Rüzgar enerji dönüşüm sistemleri kurulmadan önce, tesis edilecek bölgenin rüzgar hızı karakteristiği incelenmeli ve modellenmelidir. Bu amaç doğrultusunda İzmir ili için 2017-2018 yılları için saatlik rüzgar verileri kullanılarak Weibull dağılımının parametreleri hesaplanmıştır. Parametreler hesaplanırken grafik metodu kullanılmıştır. Sonuçların model performans kriterinin hesaplanabilmesi için ise hataların karelerinin ortalamasının karekökü(RMSE) metrikleri kullanılmıştır.

Rüzgar hızı potansiyel analizleri sonucunda İzmir ilini göz önünde bulundurduğumuzda 2017 ve 2018 yılları için güç yoğunluğu bakımından genel olarak ilkbahar ve yaz ayları daha yüksek değerler verirken sonbahar ve kış ayları için güç yoğunluğu değerleri daha düşük hesaplanmıştır.

Toplam yıllık veriler kapsamında 2017 ve 2018 yılları için güç yoğunluğu sırasıyla 11,6861 W/m^2 ve 10,4491 W/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık veriler göz önüne alındığında ise en yüksek güç yoğunluğu 14,8340(W/m^2)'lik değere sahip 2017 yılının ağustos ayıdır. En düşük güç yoğunluğu ise 6,5155(W/m^2)'lik değere sahip 2017 yılının eylül ayıdır.

KAYNAKLAR

[1] Balpetek N., Rüzgâr enerjisi potansiyelinin araştırılmasında Weibull ve Rayleigh dağılımlarının kullanılması, Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 2017.

[2] Kurban, Mehmet, Yeliz MERT KANTA, and Fatih Onur HOCAOGLU. "Weibull Dagılımı Kullanılarak Rüzgar Hız ve Güç Yogunluklarının İstatistiksel Analizi." Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 7.2 (2007): 205-218.

[3] KAPLAN, Yusuf. "Rayleigh ve Weibull dağılımları kullanılarak osmaniye bölgesinde rüzgar enerjisinin değerlendirilmesi." *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*20.1 (2016).

[4] Akdağ, Seyit A., and Ali Dinler. "A new method to estimate Weibull parameters for wind energy applications." *Energy conversion and management* 50.7 (2009): 1761-1766.

[5] Dokur, Emrah, Salim Ceyhan, and Mehmet Kurban. "Finsler Geometry for Two-Parameter Weibull Distribution Function." Mathematical Problems in Engineering 2017 (2017).

[6] Dokur, E., and M. Kurban. "Wind speed potential analysis based on Weibull distribution." 1 (2015): 2

[7] İlker, M. E. R. T., Cuma KARAKUŞ, and Fatih PEKER. "Antakya bölgesi rüzgar karakteristiğinin incelenmesi." DÜMF Mühendislik Dergisi 5.1 (2014): 13-22.

[8] Akgül, Fatma Gül, SÜKRÜ ACITAS, and BIRDAL SENOGLU. "Estimation of the location and the scale parameters of Burr Type XII distribution." Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics 68.1: 1030-1044.

[9] Aries, Nawel, Sidi Mohammed Boudia, and Houdayfa Ounis. "Deep assessment of wind speed distribution models: A case study of four sites in Algeria." Energy Conversion and Management 155 (2018): 78-90

[10] Akpınar, Ebru Kavak, and Nilay Balpetek. "Statistical analysis of wind energy potential of Elazığ province according to Weibull and Rayleigh distributions." *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*

Marmara Bölgesinin Rüzgar Enerji Potansiyelinin Weibull Dağılımı Kullanılarak Analizi

Mustafa YILMAZ
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bilecik, Türkiye

Emrah DOKUR
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bilecik, Türkiye

Mehmet KURBAN
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bilecik, Türkiye

Özet — İnsan yaşamının devam ettirilebilmesi ve yüksek seviyeleri çıkartılabilmesi için ihtiyaç duyulan enerjinin sürekli, kaliteli ve güvenli olarak sağlanabilmesi gerekmektedir. Günümüzde sanayileşmenin artması ve nüfusun hızla çoğalması sebebiyle enerji talebi her geçen gün artmaktadır. Türkiye'nin enerji üretim tesislerinin büyük bir çoğunluğu enerji üretiminde fosil yakıt kullanmaktadır ve fosil yakıtların kullanımının artması, hava kirliliği gibi çevre sorunlarına yol açarken aynı zamanda insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca ülkemizin ekonomik olarak büyümesinin önündeki en büyük engellerden biride enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtların temininde yabancı ülkelere bağımlı olmasıdır. Fosil yakıt kullanımının azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önem arz etmektedir. Rüzgar enerjisi ise yenilenebilir enerji kaynakları içinde en yaygın enerji türlerinden biridir. Bir bölgeye rüzgar enerjisi dönüştürme sistemi kurulmadan önce o bölgenin rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesi ve modellenmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesinde Weibull dağılım fonksiyonu kullanılarak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda model performansının değerlendirilmesinde, 2017-2018 yılları için Marmara bölgesinde bulunan illerin saatlik rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Dağılım fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesinde en yüksek olabilirlik metodu kullanılmış, modelin hata performans kriteri için ise hataların karelerinin ortalamasının karekökü (RMSE) metrikleri hesaplanmıştır. Çalışmada yapılan bütün analizler için Matrix Laboratory (MATLAB) programı kullanılmış olup aylık ve yıllık rüzgar hızları Weibull dağılım fonksiyonu ile istatistiksel olarak modellenmiştir.

Anahtar Kelimeler— Rüzgar Enerjisi, Potansiyel Analiz, Weibull Dağılım Fonksiyonu, En Yüksek Olabilirlik Metodu

I. GİRİŞ

İnsan yaşamının devam ettirilebilmesi ve yüksek seviyeleri çıkartılabilmesi için ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin sürekli, kaliteli ve güvenli olarak sağlanabilmesi gerekmektedir. Modern toplumlarda ekonomik büyümenin en önemli göstergelerinden birisi olan elektrik enerjisi, yaşamın her alanında kullanılması ile birlikte ona olan bağımlılık her geçen gün artmaktadır. Günümüzde sanayileşmenin artması ve nüfusun hızla çoğalması sebebiyle enerji talebi her geçen gün artmaktadır.

Kömür, doğalgaz ve petrol gibi fosil enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması, tüm dünya ülkeleri için ortak bir sorun haline gelmiştir. Türkiye'nin enerji üretim tesislerinin büyük bir çoğunluğu fosil yakıt kullanmaktadır ve fosil yakıtları, hava kirliliği gibi çevre sorunlarına yol açarken aynı zamanda insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca fosil yakıt temininde dışa bağımlı olan ülkemiz, enerji üretimi konusunda da dışa bağımlı bir hale gelmektedir. Gelecekte bu yakıtların temininde oluşabilecek herhangi bir problem karşısında ülkemizin enerji üretimi konusunda büyük bir sorun yaşayacağı unutulmamalıdır.

Geleneksel enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde eden sistemlerin, çevreye verdikleri zararın her geçen gün daha açık bir şekilde ortaya çıkmasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten sistemler daha önemli hale gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yerli ve dışa bağımlı olmadığı için kullanımının artmasıyla ülkemiz enerji konusunda dışa bağımlı olmaktan kurtulabilecektir.

Rüzgâr enerjisi en çok bilinen ve en çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Rüzgâr, atmosferin ısınması ve soğumasından kaynaklanan sıcaklık ve basınç farkından oluşmaktadır. Rüzgâr, kararlı, güvenilir, sürekli, kinetik bir enerji kaynağıdır [1].

Rüzgâr enerjisi yerli, dışa bağımlı olmayan, doğal ve tükenmeyen, gelecekte de aynı oranda temin edilebilecek, asit yağmurlarına ve atmosferik ısınmaya yol açmayan, CO_2 emisyonu olmayan, doğal bitki örtüsü ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan, fosil yakıt tasarrufu sağlayan, radyoaktif etkisi olmayan, teknolojik gelişimi hızlı olan bir enerji kaynağıdır. Ayrıca kısa sürede devreye alınabilen ve devreye alındıktan sonra bakım masrafları hariç başka hiçbir masrafa ihtiyaç duymayan bir sistemdir.

Yeryüzünün aldığı toplam güneş enerjisinin yaklaşık olarak %2'sinin rüzgârın kinetik enerjisine dönüştüğü tahmin edilmektedir. Bu miktarın toplam dünya enerji tüketiminin 100'lerce katı kadar olduğu düşünülecek olursa, rüzgâr enerjisinin önemi daha da iyi anlaşılacaktır [2].

Türkiye rüzgâr potansiyeli bakımından zengin olan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmektedir.

Belirli bir bölgedeki rüzgâr hızlarının önceden tahmin edilebilmesi için çeşitli istatistiksel dağılım fonksiyonları kullanılmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalarda rüzgâr hızı frekans dağılımı Weibull[2, 3, 4, 5], Gamma[6], log normal[6], Rayleigh[5] gibi farklı dağılım fonksiyonları kullanılarak gösterilmektedir[4].

Bu çalışma kapsamında, rüzgar hızı karakteristiğinin belirlenmesinde Weibull dağılım fonksiyonu kullanılarak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda model performansının değerlendirilmesinde, 2017-2018 yılı Marmara bölgesinde bulunan iller için saatlik rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Dağılım fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesinde en yüksek olabilirlik metodu kullanılmış, model performans kriteri için ise hataların karelerinin ortalamasının karekökü (RMSE) metrikleri hesaplanmıştır. Çalışmada yapılan bütün analizler için Matrix Laboratory (MATLAB) programı kullanılmış olup aylık ve yıllık rüzgar hızları Weibull dağılım fonksiyonu ile istatistiksel olarak modellenmiştir.

II. WEİBULL DAĞILIM FONKSİYONU

Rüzgar hızı dağılımlarını belirlemek için birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Weibull dağılımı istatistiksel analizler için yaygın olarak kullanılmaktadır[3].

Weibull dağılımının kümülatif yoğunluk fonksiyonu(cdf) denklem (1)'de verilmiştir.

$$F(x|c,k) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{c}\right)^k} \quad (1)$$

Weibull dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu(pdf) denklem (2)'de verilmiştir.

$$f(x|c,k) = \frac{k}{c}\left(\frac{x}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x}{c}\right)^k} \quad (2)$$

Burada c Weibull'un ölçü parametresi iken k ise Weibull'un şekil parametresini ifade etmektedir. c değerinin yüksek olması rüzgar hızının yüksek olması anlamına gelirken k değerinin yüksek olması ise rüzgar hızının kararlı olduğunu göstermektedir[3].

Ortalama rüzgar hızı denklem 3'te gösterildiği gibi bulunmaktadır.

$$V_M = c\,\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right) \quad (3)$$

Rüzgar hızının maksimum frekansı denklem 4'te gösterildiği gibi belirlenmektedir.

$$V_{Mod} = c\left(1-\frac{1}{k}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (4)$$

Maksimum rüzgar hızı denklem 5'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_{Maks} = c\left(\frac{k+2}{k}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (5)$$

Rüzgar gücü yaygın olarak denklem 6'da gösterildiği gibi bulunmaktadır.

$$P = \frac{1}{2}\rho A v^3 \quad (6)$$

Burada ρ (kg/m^3) hava yoğunluğunu, A(m^2) kanatların süpürdüğü alanı göstermektedir.

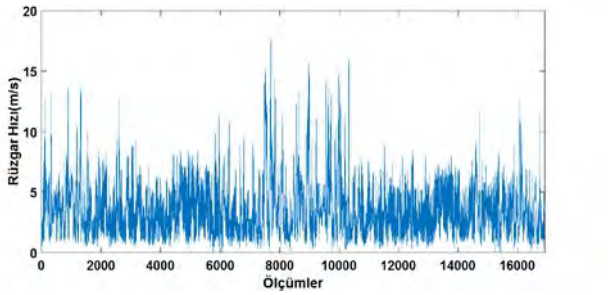
Weibull dağılımı için ortalama güç yoğunluğu denklem 7'de verilmiştir.

$$P_w = \frac{1}{2}\rho c^3\,\Gamma\left(1+\frac{3}{k}\right) \quad (7)$$

Formülde gösterilen "Γ" gamma fonksiyonudur. Burada hava yoğunluğunun değişken olduğunu da hesaba katmamız gerekmektedir. 1 atmosfer basınçta ve 16,6°C'de ρ_0 = 1,225 kg/m^3 değere sahiptir. Deniz seviyesi referans alınarak ve yüksekliğe bağlı olarak hava yoğunluğunu denklem 8'de gösterildiği gibi hesaplayabiliriz.

$$\rho = [\rho_0 - (1{,}194)10^{-4} H_m] \quad (8)$$

Formüllerden de anlaşılacağı üzere herhangi bir bölgenin rüzgar gücü potansiyelinin belirlenebilmesi için en önemli veri rüzgar verisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 1'de Marmara bölgesinde en yüksek rüzgar hızlarına sahip Çanakkale ilinin 2017-2018 yıllarına ait ölçülen rüzgar hızları verilmiştir.



Şekil 1 – Çanakkale 2017-2018 Yılları İçin Ölçülen Rüzgar Hızları

III. EN YÜKSEK OLABİLİRLİK METODU

Weibull dağılımının parametrelerini belirlemek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden birisi de en yüksek olabilirlik yöntemidir[3].

$$k = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^k \ln(v_i)}{\sum_{i=1}^{n} v_i^k} - \frac{\sum_{i=1}^{n} \ln v_i}{n}\right)^{-1} \quad (9)$$

$$c = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} (v_i)^k}{\sum_{i=1}^{n} v_i^k}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (10)$$

Performans kriteri olarak kullanılan RMSE denklem (11)'de gösterilmiştir. Denklemde gösterilen y_i ölçülen rüzgar hızını, x_i ise Weibull dağılımı ile hesaplanan olasılık değerini göstermektedir.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - x_i)^2} \qquad (11)$$

Tablo 1

Weibull Dağılımının Parametreleri ve Weibull Dağılımına Göre RMSE Değerleri

İller	2017			2018		
	k	c	RMSE	k	c	RMSE
Balıkesir	1,2266	2,7477	0,0715	1,3105	2,9660	0,0651
Bilecik	1,9048	1,8534	0,0346	1,7997	1,7621	0,0486
Bursa	1,5398	2,6828	0,0519	1,5227	2,6976	0,0445
Çanakkale	1,6937	3,9834	0,0349	1,7619	3,8620	0,0280
Edirne	2,2050	2,2827	0,0673	2,2045	2,2279	0,0676
İstanbul	2,5196	1,8114	0,0366	2,4669	1,7590	0,0670
Kırklareli	2,2194	1,8851	0,0922	2,1088	1,8655	0,0663
Kocaeli	2,0122	1,8097	0,1119	2,0564	1,7709	0,0757
Sakarya	1,8357	2,0320	0,0618	1,8871	1,9546	0,0731
Tekirdağ	1,8648	3,0936	0,0541	1,9022	3,3978	0,0525
Yalova	2,1638	1,6643	0,0902	1,6604	2,1256	0,0769

$$\sigma = \sqrt{c^{\,2}[\Gamma\left(1+\frac{2}{k}\right) - \Gamma^{\,2}(1+\frac{2}{k})} \qquad (12)$$

IV. RÜZGAR HIZI POTANSİYEL ANALİZİ

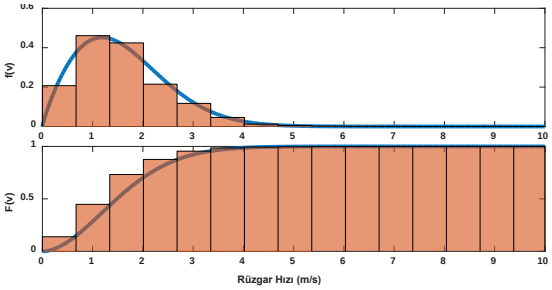
Marmara bölgesinde bulunan illerin 2 yıllık periyottaki saatlik rüzgar hızı verileri kullanılarak ölçü ve şekil parametreleri yılık veriler esas alınarak Tablo 1'de gösterilmiştir. Ayrıca her il için RMSE değerleri hesaplanmıştır. RMSE değerleri ise 0,028 ile 0,1119 değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Hesaplanan RMSE değerleri için hata oranları yeterince düşük seviyelerdedir. Bazı illerin hata oranları diğer illere oranla daha yüksek çıkmış olsa da bu hata değerleri gayet makul seviyelerdedir.

Marmara bölgesindeki illerin yıllara göre c parametrelerini inceleyecek olursak tahmin edildiği gibi Çanakkale, Balıkesir, Tekirdağ ve Bursa illerinin c parametreleri diğer illere göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. Bunun sebebi bu illerde ölçülen rüzgar hızlarının diğer illerde ölçülen rüzgar hızlarına göre daha yüksek sevilerde olmasıdır.

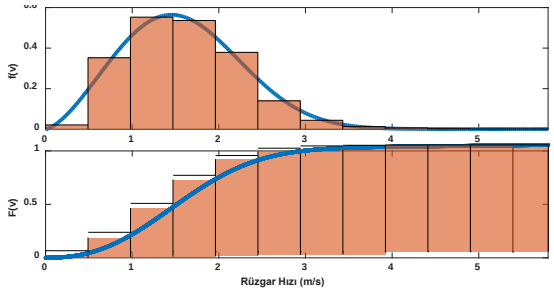
İstanbul, Edirne, Kırklareli ve Kocaeli illerinin rüzgar hızlarının diğer illere göre daha kararlı olması sebebiyle bu illerin k parametresinin değerleri diğer illerin k parametresinin değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2'de ise 2017-2018 yıllarına ait Marmara bölgesindeki illerin rüzgar hızı karakteristikleri verilmiştir. Tablo 3'te gösterilen "σ" ise rüzgar hızları için standart sapma olarak ifade edilmektedir ve denklem (12)'de gösterildiği gibi bulunmaktadır.

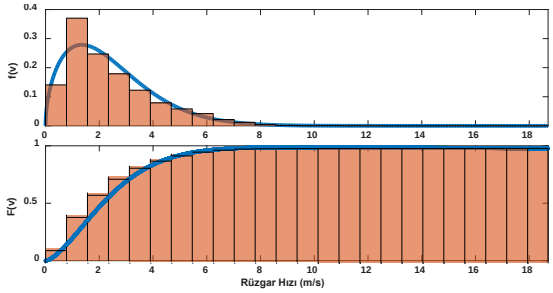
Şekil 2,3,4,5,6,7'de sırasıyla Marmara bölgesinde bulunan Bilecik, İstanbul, Bursa, Edirne, Kocaeli ve Yalova illerinin 2017-2018 yılları için olasılık yoğunluk fonksiyonu ile kümülatif yoğunluk fonksiyonlarının gerçek veriler ile uyumu verilmiştir.



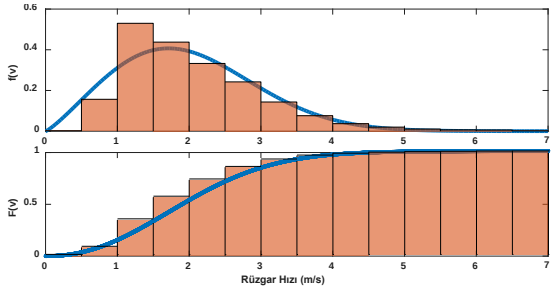
Şekil 2 – Bilecik İli Verilerinin (2017-2018) Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



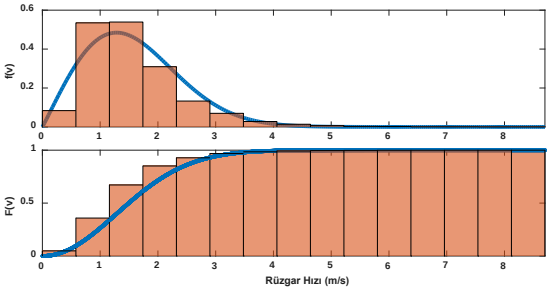
Şekil 3 – İstanbul İli Verilerinin (2017-2018) Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



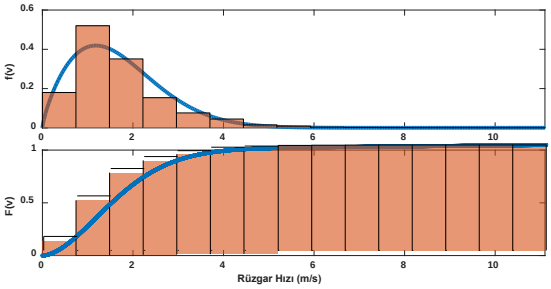
Şekil 4 – Bursa İli Verilerinin (2017-2018) Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



Şekil 5 – Edirne İli Verilerinin (2017-2018) Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



Şekil 6 – Kocaeli İli Verilerinin (2017-2018) Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu



Şekil 7 – Yalova İli Verilerinin (2017-2018) Weibull Olasılık ve Kümülatif Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarına Uyumu

Tablo 2

Rüzgar Değerleri

İller	2017			2018		
	VM(m/s)	VMod(m/s)	VMaks(m/s)	VM(m/s)	VMod(m/s)	VMaks(m/s)
Balıkesir	2,5705	0,6936	6,0449	2,7349	0,9886	6,0153
Bilecik	1,6445	1,2538	2,7017	1,5670	1,1227	2,6691
Bursa	2,4147	1,3581	4,6067	2,4309	1,3366	4,6794
Çanakkale	3,5551	2,3517	6,3123	3,4383	2,3998	5,9399
Edirne	2,0216	1,7356	3,0591	1,9731	1,6936	2,9860
İstanbul	1,6075	1,482	2,2842	1,5602	1,4248	2,2376
Kırklareli	1,6696	1,4393	2,5180	1,6522	1,3753	2,5596
Kocaeli	1,6036	1,2862	2,5500	1,5688	1,2809	2,4641
Sakarya	1,8054	1,3236	3,0357	1,7348	1,3102	2,8665

Tekirdağ	2,7469	2,0489	4,5728	3,0150	2,2956	4,9574
Yalova	1,4739	1,2495	2,2521	1,8998	1,2199	3,4218

Tablo 3

Standart Sapma ve Güç Yoğunluğu

	2017		2018	
İller	**σ(m/s)**	**$P_W(W/m^2)$**	**σ(m/s)**	**$P_W(W/m^2)$**
Balıkesir	2,2615	39,2509	2,0541	41,8311
Bilecik	0,2791	5,2055	0,4134	4,7974
Bursa	1,1801	22,2253	1,2282	23,0444
Çanakkale	1,2513	63,355	1,0151	54,6051
Edirne	0,4242	8,7880	0,4135	8,1714
İstanbul	0,4629	3,9794	0,4359	3,6944
Kırklareli	0,3597	4,8439	0,2658	4,9146
Kocaeli	0,0912	4,7934	0,1871	4,3935
Sakarya	0,4208	7,5172	0,3242	6,4688
Tekirdağ	0,5698	26,0705	0,5193	33,7371
Yalova	0,2824	3,4746	0,7223	9,9137

V. SONUÇLAR

Rüzgar enerji dönüşüm sistemleri kurulmadan önce, tesis edilecek bölgenin rüzgar hızı karakteristiği incelenmeli ve modellenmelidir. Bu amaç doğrultusunda Marmara bölgesindeki iller için 2017-2018 yılları için saatlik rüzgar verileri kullanılarak Weibull dağılımının parametreleri hesaplanmıştır. Parametreler hesaplanırken en yüksek olabilirlik metodu kullanılmıştır. Sonuçların model performans kriterinin hesaplanabilmesi için ise hataların karelerinin ortalamasının karekökü(RMSE) metrikleri kullanılmıştır.

Rüzgar hızı potansiyel analizleri sonucunda Marmara bölgesinde bulunan illeri göz önünde bulundurduğumuzda güç yoğunluğu bakımından en yüksek değerleri veren iller Balıkesir, Bursa, Çanakkale ve Tekirdağ olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu illerin 2017 yılı için güç yoğunluğu değerleri sırasıyla 39.2509, 22.2253, 63.355 ve 26.0705 W/m^2 iken 2018 yılı için bu değerler sırasıyla 41.8311, 23.0444, 54.6051 ve 33.7371 olarak hesaplanmıştır. Buna ek olarak Bilecik, İstanbul, Kırklareli ve Kocaeli illerinin güç yoğunluğunun diğer illere göre daha düşük değerlerde olduğu hesaplanmıştır.

Bu değerler, yerden 10m yükseklikte ölçülen rüzgar hızlarına göre hesaplanmıştır. Yerden yüksekliği 50m ve yukarısında yapılacak olan ölçümlerde daha yüksek rüzgar hızları görüleceği için daha büyük ve verimli değerler elde etmek mümkündür.

KAYNAKLAR

[1] Balpetek N., Rüzgâr enerjisi potansiyelinin araştırılmasında Weibull ve Rayleigh dağılımlarının kullanılması, Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 2017.

[2] Kurban, Mehmet, Yeliz MERT KANTAR, and Fatih Onur HOCAOGLU. "Weibull Dagılımı Kullanılarak Rüzgar Hız ve Güç Yogunluklarının İstatistiksel Analizi." Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 7.2 (2007): 205-218.

[3] Dokur, E., and M. Kurban. "Wind speed potential analysis based on Weibull distribution." 1 (2015): 2

[4] Dokur, Emrah, Salim Ceyhan, and Mehmet Kurban. "Finsler Geometry for Two-Parameter Weibull Distribution Function." Mathematical Problems in Engineering 2017 (2017).

[5] Akpınar, Ebru Kavak, and Nilay Balpetek. "Statistical analysis of wind energy potential of Elazığ province according to Weibull and Rayleigh distributions." *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*

[6] Kantar, Yeliz Mert, et al. "Wind speed analysis using the extended generalized Lindley distribution." *Renewable Energy* 118 (2018): 1024-1030.

Lokal Endemik *Diplotaenia bingolensis*'in Su ve Etanol Ekstraklarının Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi

Mehmet FİDAN[1], İbrahim TEĞİN[2], Mehmet Emre EREZ[3], Süleyman Mesut PINAR[4], Hüseyin EROĞLU[5]

[1] Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü. 56100 Siirt/Türkiye

[2] Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü. 56100 Siirt/Türkiye

[3] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü. 65090 Van/Türkiye

[4] Van Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü. 65090 Van/Türkiye

[5] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü. 65090 Van/Türkiye

Özet

Bu çalışmada Bingöl ilinde lokal endemik olarak doğal yayılışı bulunan *Diplotaenia bingolensis* türünün iki farklı çözgen ile (Saf su ve %80 Etanol) elde edilen ekstraklarına ait DPPH, FRAP ve Demir (III) iyonu indirgeyici aktivitesi ile toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları belirlendi.

Yapılan analizler sonucunda su ekstraktı için; DPPH yüzdesi (%74,23±15,87), toplam fenolik miktarı 34,52±1,50 mg/mL (Galik asit eşdeğeri), toplam flavonoid miktarı 102,13±3,04 mg/mL (Rutin eşdeğeri), FRAP aktivitesi 0,12±0,04 mg/mL ($FeSO_4$ eşdeğeri) değerleri elde edildi. %80'lik etanol ekstraktı için ise; DPPH % 90,69±18,35, toplam fenolik miktarı 90,06±0,41 mg/mL (Galik asit eşdeğeri), toplam flavonoid miktarı 345,08±3,83 mg/mL (Rutin eşdeğeri), FRAP aktivitesi 0,78±0,01 mg/mL ($FeSO_4$ eşdeğeri) olarak tespit edildi.

Determination of Biological Activities of Water and Ethanol Extracts of Local Endemic species Diplotaenia bingolensis

Mehmet FİDAN[1], İbrahim TEĞİN[2], Mehmet Emre EREZ[3], Süleyman Mesut PINAR[4], Hüseyin EROĞLU[5]

[1]Siirt University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology. 56100 Siirt / Turkey

[2]Siirt University, Faculty of Arts and Science, Department of Chemistry. 56100 Siirt / Turkey

[3]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology. 65090 Van / Turkey

[4]Van School of Health, Department of Nutrition and Dietetics. 65090 Van / Turkey

[5]Van Yüzüncü Yıl University Faculty of Science Department of Biology. 65090 Van / Turkey

Abstract

In this study, DPPH, FRAP and Iron (III) ion reductive activity also total phenolic and flavonoid contents of *Diplotaenia bingolensis* species, which were naturally endemic in Bingöl province, were obtained with two different solvents (Pure water and 80% Ethanol).

As a result of the analysis for pure water extract; Percentage of DPPH 74.23 ± 15.87%, total phenolic content 34.52 ± 1.50 mg / mL (Gallic acid equivalent), total flavonoid amount 102.13 ± 3.04 mg / mL (Routine equivalent) and FRAP activity 0.12 ± 0.04 mg / mL (FeSO4 equivalent) values were obtained. For 80% ethanol extract; DPPH 90.69 ± 18.35%, total phenolic content 90.06 ± 0.41 mg / mL (Gallic acid equivalent), total flavonoid amount 345.08 ± 3.83 mg / mL (Routine equivalent) FRAP activity 0.78 ± 0.01 mg / mL ($FeSO_4$ equivalent) were determined.

Giriş

Bitkiler insan sağlığını ve yaşam kalitesini artırmak amacı ile yıllardır boyunca farklı şekillerde kullanılmaktadır (Singh ve ark., 2009). Türkiye tek başına tüm Avrupa kıtası kadar bitki çeşidine sahiptir. Türkiyede, Türkiye bitkileri listesine göre 11707 bitki taksonu bulunmaktadır (Güner ve ark., 2012). Bu bitkilerden yaklaşık 500 tür tıbbi olarak kullanılabilme özelliğine sahiptir. Bunların içinden yaklaşık 200 bitkinin gerek tıbbi gerekse de aromatik olarak ihracı yapılabilmektedir (Kendir ve ark., 2010). Günümüzde bilimsel çalışmalar artık bitkilerin tedavi edici özelliği ve yararlanılabilirliğini araştırmaya yönelmektedir. Bu nedenle bitkiler üzerine yapılan çalışmalar sayı olarak artmaktadır. Çalışma konumuzu oluşturan *Diplotaenia bingölensis* Apiaceae familyasının *Diplotaenia* Boiss. cinsine aittir. *Diplotaenia* ilk defa Boissier (1844) tarafından tanımlandı (Pimenov ve ark. 2011). Türkiye'de 3'ü endemik olmak üzere toplam 4 türü (*Diplotaenia bingolensis* M.Öztürk , A.Duran & Behçet, *Diplotaenia cachrydifolia* Boiss., *Diplotaenia hayridumanii* Pimenov & Kljuykov, *Diplotaenia turcica* Pimenov & Kljuykov) bulunmaktadır (Anonim 2019).
Diplotaenia türleri halk arasında gıda olarak tüketilen bir bitkidir. *Diplotaenia cachrydifolia* türünün Hakkari bölgesinde toprak üstü kısmı ilkbaharın ilk ayında toplanıp doğrandıktan sonra haşlanıp (acı tadının giderilmesi için) peynire katılır ve yumurta ile pişirilerek yemeği yapılmaktadır. Ayrıca bitkinin yeni sürgünlerinin salamurası yapılır. Romatizma ağrılarını dindirmek için kök kısmı suda kaynatılarak suyu içilmektedir. Akrep ve yılan ısırmaları durumunda taze olan sürgünleri yenir. Bitkinin kök kısmı kurutulup öğütülerek toz haline getirildikten sonra şeker hastalığı tedavisi için suda kaynatılıp suyu içilir. Bitkinin ekonomik değeri olup ilkbaharda genç sürgünleri Hakkari'de kurulan pazarda satıldığı gibi çevre illere gönderilerek de satılmaktadır (Kaval ve Behçet, 2011).
Diplotaenia bingölensis Bingöl ili Şam dağında doğal yayılışa sahip lokal endemik bir türdür. Bu tür ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcut kimyasal yapısıyla alakalı yapılan çalışma sonucunda inorganik ve organik çözücü sistemler tarafından elde edilen alt fraksiyonlardaki hedef sekonder metabolitler, istenen oranlarda izole edilmiş ve tıpta, farmakolojide, kozmetikte ve diğer sağlık uygulamalarında kullanılabileceği ifade edilmiştir (Gecibesler and Erdoğan 2019).

Materyal ve Metod

Çalışma materyalini lokal endemik bir tür olan *D .bingölensis*'e ait örnekler oluşturmaktadır. Bitki örnekleri 2017 yılında Bingöl ili Şam dağından Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN, Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Mesut PINAR, ve Ar. Gör. Hüseyin EROĞLU tarafından toplandı. Toplanan örnekler teşhis edildikten sonra laboratuvarda gölgelik alanda kurutuldu. Kurutulan örnekler blender ile öğütülerek toz haline getirildikten sonra cam kaplarda muhafaza edilmiştir.
4 gr toz haline getirilmiş bitki örneği 40 ml etanol içerisinde 24 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra filtre kağıdından süzüldü. Daha sonra çözgen evaporatör ile uzaklaştırıldı. Son konsantrasyon 20 mg/ml olacak şekilde stok çözeltiler hazırlanarak +4 ^{0}C'de çalışmalar gerçekleştirilene kadar muhafaza edilmiştir. Aynı işlem su esktraktı içinde uygulandı.

DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

Hazırlanan her bir konsantrasyon için ayrı ayrı tüplere 1'er ml bitki ekstraktları konuldu. Üzerine 4 ml DPPH (0,001 M DPPH, saf metanolde çözünmüş) çözeltisi eklendikten sonra iyice karıştırıldı. Daha sonra 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Spektrofotometrede 517 nm'de absorbansları ölçüldü. Kontrol için 4 mL DPPH üzerine 1 mL metanol konuldu.
DPPH aktivitesi (% inhibisyon) = (AK – A_1) / AK × 100. (AK: Kontrol Absorbansı, A_1: Numune Absorbansı) (Blois 2002).

Total Fenolik Madde İçeriği

Fenolik madde içeriği için ekstraktların Folin-Ciocalteu (FCR) reaktifi ve Na_2CO_3 ile verdiği reaksiyonu sonucu elde edilen yeşil rengin elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Elde edilen 2 farklı ekstraktın hazırlanan her bir konsantrasyon için ayrı ayrı tüplere 1'er ml numune konuldu. Üzerlerine 1'er ml FCR reaktifi ilave edildi. 3 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. Daha sonra 1 ml doygun Na_2CO_3 (%7) ilave edildi. Bu aşamada köpürme ve yeşil renk oluşumu beklendi. Daha sonra 90 dakika oda sıcaklığında karanlıkta inkübasyona bırakıldı. 725 nm dalga boyunda absorbansı alındı.

Kör; 1 ml çözücü+ 1 mL FCR +1 mL %7'lik Na_2CO_3; Standart ise gallik asitin farklı konsantrasyonları ile (0,05-1 mg/mL) çözeltileri ile hazırlandı (Su ve ark.. 2007).

Total Flavonoid Madde İçeriği

Flavonoid içeriği $NaNO_2$'li ekstraktların $AlCl_3$ ile verdiği reaksiyonun 510 nm dalga boyunda okunması sonucu yapılan çalışma esasına dayanır. 1 ml Ekstrakt (Hazırlanan her konsantrasyon için ayrı) üzerine 400 µl %80 metanol eklendi. Daha sonra 30 µl %5 $NaNO_2$ ilave edilip ile 6 dakika bekletildi. Süre sonunda 30 µl %10 $AlCl_3.6H_2O$ eklenip İyice çalkalanarak, 6 dakika daha bekletildi. Son olarak 400 µl NaOH (1M) eklendi ve 15 dakika beklendi. Elde edilen pembemsi renk 510 nm dalga boyunda okundu.

Kör: % 80 metanol + 30 µl % 5 $NaNO_2$+30 µl % 10 $AlCl_3.6H_2O$+ 400 µl NaOH (1 M) Regresyon; Rutin'in farklı konsantrasyonları (0,1-1 mg/ml) göre yapıldı (Park ve ark. 2008).

FRAP Analizi

Antioksidan aktivitesini gerçekleştirmek için Müller ve arkadaşlarının (2010)'de yaptığı protokol modifiye ederek FRAP yöntemi gerçekleştirildi. Buna göre taze hazırlanan FRAP çözeltisi için; Sodyum asetat (300 mM, pH 3.6),40 mM HCL ile hazırlanmış 10 mM TPTZ (2,4,6- Tris (2- pyridyl)- s- triazin) ve 20 mM ferric klorid çözeltisi, 10:1:1 oranında karıştırıldı. Konsantrasyonu belirgin örnekten 100 µl alınıp 3 mL FRAP solisyonu eklendi. Birer dakika aralıklarla karıştırıldı, daha sonra 37˚C'de 4 dakika inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda 593 nm dalga boyunda absorbans okumaları gerçekleştirildi. Kalibrasyon körü ferrosülfat ile hazırlandı. Sonuçlar kurutulmuş ağırlığın her gramına karşılık gelen mM $FeSO_4$ olarak ifade edildi.

Bulgular

Yapılan analiz sonuçlarıTablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Diplotaenia bingolensis* analiz sonuçları

Su	%DPPH İnhibisyonu	Gallic asit eşdeğeri mg/ml Toplam fenolik	Rutin eşdeğeri mg/ml Toplam flavonoid	$FeSO_4$ eşdeğeri mg/ml FRAP	Etanol	%DPPH İnhibisyonu	Gallik asit eşdeğeri mg/ml Toplam fenolik	Rutin eşdeğeri mg/ml Toplam flavonoid	$FeSO_4$ eşdeğeri mg/ml FRAP
Diplotaenia bingolensis	74,23±15,87	34,52±1,50	102,13±3,04	0,12±0,04	***Diplotaenia bingolensis***	90,69±18,35	90,06±0,41	345,08±3,83	0,78±0,01

Sonuç ve Tartışma

Reaktif oksijen türleri (ROS) son yıllarda bilim adamlarının ilgi odağı haline gelmiştir. Aktif oksijen türlerinin tıbbi ve biyolojik öneminden dolayı bu konuda çok yoğun bilimsel çalışmalar yürütülmektedir. Serbest oksijen türleri, sadece gıda maddelerini bozmakla kalmayıp, aynı zamanda yaşlanmaya, genetik mutasyonlara ve yüzden fazla hastalığa sebep olduğu bilinen peroksi (ROO•), ve hidroksi (OH•) gibi radikaller ile aktif oksijen ve serbest radikalleri de meydana getirmektedirler (Gülçin ve ark. 2002). Bunun aksine antioksidanlar, özellikle doğal kaynaklı antioksidanlar, bu istenmeyen prosesleri önlemede önemli rol oynamaktadır (Gülçin ve ark. 2002, Büyükokuroğlu ve ark. 2001). Bu yüzden doğal antioksidanlar ile ilgili yapılan çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmanın materyalini oluşturan *Diplotaenia bingolensis* taksonu Bingöl ili Şam dağında lokal endemik bir türdür. *Diplotaenia* cinsine ait türler halk arasında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. *Diplotaenia cachrydifolia* türünün Hakkari bölgesinde toprak üstü kısmı ilkbaharın ilk ayında toplanıp doğrandıktan sonra haşlanıp (acı tadının giderilmesi için) peynire katılır ve yumurta ile pişirilerek yemeği yapılmaktadır. Ayrıca bitkinin yeni sürgünlerinin salamurası yapılır. Romatizma ağrılarını dindirmek için kök kısmı suda kaynatılarak suyu içilmektedir. Akrep ve yılan ısırmaları durumunda taze olan sürgünleri yenir. Bitkinin kök kısmı kurutulup öğütülerek toz haline getirildikten sonra şeker hastalığı tedavisi için suda kaynatılıp suyu içilir. Bitkinin ekonomik değeri olup ilkbaharda genç sürgünleri Hakkari'de kurulan pazarda satıldığı gibi çevre illere gönderilerek de satılmaktadır (Kaval ve Behçet, 2011).

D. bingolensis türünün farklı analizleri sonucunda su ekstraktı için; %DPPH etkisi (%74,23±15,87), toplam fenolik miktarı 34,52±1,50 mg/mL (galik asit eşdeğeri), toplam flavonoid miktarı 102,13±3,04 mg/mL (rutin eşdeğeri), FRAP aktivitesi 0,12±0,04 mg/mL ($FeSO_4$ eşdeğeri) değerleri elde edildi. %80'lik etanol ekstraktı için ise; %DPPH 90,69±18,35, toplam fenolik miktarı 90,06±0,41 mg/mL (galik asit eşdeğeri), toplam flavonoid miktarı 345,08±3,83 mg/mL (rutin eşdeğeri), FRAP aktivitesi 0,78±0,01 mg/mL ($FeSO_4$ eşdeğeri) olarak tespit edildi.
Gecibesler veErdoğan (2019) yaptıkları çalışmada *D. bingolensis* su ve metanol:diklorometan (1:1) extraklarının hekzan, diklorometan, etilasetat ve n-bütanol ile fraksiyonlama yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen alt fraksiyonlardaki hedef sekonder metabolitler, istenen oranlarda izole edilmiş ve tıpta, farmakolojide, kozmetikte ve diğer sağlık uygulamalarında kullanılabileceği ifade edilmiştir.
Bu çalışma sonucu ile bizim çalışma sonuçları arasında paralellik bulunmaktadır. Bizim elde ettiğimiz değerlerinde (Tablo 1) bu bitkinin farklı alanlarda kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

Anonim 2019. https://bizimbitkiler.org.tr/yeni/demos/technical/ (Erişim tarihi:09.11.2019)

Blois, M.S. 2002. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature, (26): 1199-1200.

Boissier E. 1844: Plantae aucherianae. – Ann. Sci. Nat., Bot., ser. 3, 1: 120–151, 297–349.

Büyükokuroğlu, M.E.; Gülçin, İ.; Oktay, M.; and Küfrevioğlu, Ö.İ., Pharmacol. Res., 44, 491- 495, 2001.

Gecibesler, İ.H., Erdoğan, M. 2019. A new nutraceutical resource from a rare native plant growing in Turkey and for its spectro-chemical and biological insights: Endemic *Diplotaenia bingolensis* (Apiaceae). Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 223 (2019) 117358.

Gülçin , Oktay M, Küfreviolu Ö, Aslan A (2002a). Determinations of antioxidant activity of lichen Cetraria islandica (L) Ach. J. Ethnopharmacol., 79: 325-329.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. edlr., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği yayını. İstanbul.

Kaval, İ. ve Behçet, L. 2011. Geçitli (Hakkari) ve Çevresinin Etnobotanik Özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 279 sayfa.

Kendir, G., Güvenç, A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de Yapılmış Etnobotanik Çalışmalara Genel Bir Bakış. Hacettepe Ün. Eczacılık Fak. Dergisi, 30(1): 49-80.

Müller, S. Gnoyke, A.M. Popken, V. Böhm., 2010. Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. LWT Food Sci. Technol., 43 (6) : 992–999.

Park Y-S, Jung S-T, Kang S-G, Heo BK, Arancibia-Avila P, Toledo F, Drzewiecki J, Namiesnik J, Gorinstein S., 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. Food Chem. 193-206.

Pimenov M., Kljuykov E. & Degtjareva G. 2011. Survey of the genus Diplotaenia (Umbelliferae), with description of two new species from Turkey. Willdenowia, 41(1) : 67-74.

Singh B.N, Singh B.R, Singh R.L, Prakash D, Dhakarey R, Upadhyay G, Singh H.B. 2009. Oxidative DNA damage protective activity, anti oxidant and antiquorum sensing potentials of Moringaoleifera. Food and Chemical Toxicology, 47(6): 1109–1116

Su, L., Yin, J. J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J., Yu, L. L., 2007. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavening properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. Food Chemistry, (100): 990-997.

Lokal endemik *Salvia siirtica*'nın Esansiyel ve Esansiyel Olmayan Elementlerinin ICP-MS İle Analizi

İbrahim TEĞİN[1]. Mehmet FİDAN[2]

[1]Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü. 56100 Siirt/Türkiye

[2] Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü. 56100 Siirt/Türkiye

Bitkiler insan sağlığında önemli rol alan ve dışardan diyet ile alınan elementlerin önemli bir kaynağını oluştururlar. Beslenme ile vücuda alınan elementler fizyolojik fonksiyonların gerçekleşmesinde görev alırlar. Bu nedenle doğru beslenme sağlık açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada lokal endemik bir tür olan *Salvia siirtica* Kahraman. Celep & Doğan türünün ICP-MS ile element analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda 32 farklı element tespit edilmiştir. Bunlardan K (28581,07±5,99 ppm), Ca (12304,59±2,39 ppm) ve Mg (4458,74±0,80 ppm) temel macro elementlerin oranının yüksek olması ve Cd (1,31±0,32 ppm), Cr (4,10±1,15 ppm), Cu (8,19±2,79 ppm), Pb (1,22±0,17 ppm), Ni (5,22±0,73 ppm) gibi ağır metallerin oranlarının düşük olması bu bitkinin diyet bitkisi olark önemli olabileceğini göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre Li (55,44±14,85 ppm), B (25,59±7,85 ppm), Na (55,63±13,91 ppm), Mg (4458,74±0,80 ppm), Al (780,60±0,15 ppm), P (3112,49±0,40 ppm), K (28581,07±5,99 ppm), Ca (12304,59±2,39 ppm), Cr (4,10±1,15 ppm), Mn (45,74±8,49 ppm), Fe (1344,31±0,01 ppm), Co (1,07±0,16 ppm), Ni (5,22±0,73 ppm), Cu (8,19±2,79 ppm), Zn (68,06±13,98 ppm), Ga (2,55±0,29 ppm), As (0,55±0,01 ppm), Se (75,94±8,66 ppm), Sr (34,53±8,55 ppm), Mo (4,16±0,15 ppm), Ag (0,39±0,05 ppm), Cd (1,31±0,32 ppm), In (72,20±0,01ppb), Sn (75,97±0,03 ppb), Sb (182,52±0,03 ppb), Ba (32,38±6,34 ppm), La (0,70±0,15 ppm), Ce (12,80±0,01 ppm), Pt (1,48±0,27 ppb), Tl (13,44±0,00 ppb), Pb (1,22±0,17 ppm), Bi (10,68±0,00 ppb) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre *Salvia siirtica*'nın önemli bir besin elementi kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Analysis of Essential and Non-essential Elements of Local Endemic *Salvia siirtica* by ICP-MS

İbrahim TEĞİN[1]. Mehmet FİDAN[2]

[1]Siirt University. Faculty of Arts and Science. Department of Chemistry. 56100 Siirt / Turkey

[2]Siirt University. Faculty of Arts and Science. Department of Biology. 56100 Siirt / Turkey

Plants play an important role in human health and are an important source of elements taken from outside diet. The elements taken into the body through nutrition take part in the realization of physiological functions. Therefore. proper nutrition is extremely important for health. In this study. elemental analysis of *Salvia siirtica* Kahraman Celep & Doğan. which is a local endemic species. was by ICP-MS. As a result of the analysis. 32 different elements were determined. Of these, K (28581.07±5.99 ppm). Ca (12304.59±2.39 ppm). and Mg (4458.74±0.80 ppm) high ratio of the basic macro elements and Cd (1.31±0.32 ppm). Cr (4.10±1.15 ppm). Cu (8.19±2.79 ppm). Pb (1.22±0.17 ppm). Ni (5.22±0.73 ppm) such as Low rates of heavy metals indicate that this plant may be important as a diet plant. According to the analysis results. Li (55.44±14.85 ppm). B (25.59±7.85 ppm). Na (55.63±13.91 ppm). Mg (4458.74±0.80 ppm). Al (780.60±0.15 ppm). P (3112.49±0.40 ppm). K (28581.07±5.99 ppm). Ca (12304.59±2.39 ppm). Cr (4.10±1.15 ppm). Mn (45.74±8.49 ppm). Fe (1344.31±0.01 ppm). Co (1.07±0.16 ppm). Ni (5.22±0.73 ppm). Cu (8.19±2.79 ppm). Zn (68.06±13.98 ppm). Ga (2.55±0.29 ppm). As (0.55±0.01 ppm). Se (75.94±8.66 ppm). Sr (34.53±8.55 ppm). Mo (4.16±0.15 ppm). Ag (0.39±0.05 ppm). Cd (1.31±0.32 ppm). In (72.20±0.01ppb). Sn (75.97±0.03 ppb). Sb (182.52±0.03 ppb). Ba (32.38±6.34 ppm). La (0.70±0.15 ppm). Ce (12.80±0.01 ppm). Pt (1.48±0.27 ppb). Tl (13.44±0.00 ppb). Pb (1.22±0.17 ppm). Bi (10.68±0.00 ppb) were determined. These results suggest that Salvia siirtica may be an important source of nutrients.

Giriş

Lamiaceae familyası Sekonder bileşiklerde, çiçek morfolojisinde ve tozlaşma biyolojisinde dikkate değer bir çeşitlilik sergileyen yaklaşık 1000 türden oluşan kozmopolit bir topluluğu temsil eder. *Salvia* Lamiaceae familyasının en büyük cinsidir (Muller, 1964).

Bir organizmanın gelişimi için ihtiyaç duyduğu kimyasal maddelere besin denilmektedir. Dünya üzerinde yaşayan her canlı beslenmek zorundadır. Bitkiler diğer canlılardan farklı olarak inorganik maddeleri alıp sentezleyerek organik madde yaparlar ve güneşin fiziksel enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürerek yaşamsal faaliyetlerine devam ederler (Kacar ve Katkat, 1998; Ülgen, ve ark., 1980; Yıldız, 2011).

Bitkiler besin kaynağı olan topraktan birçok element alırlar. Bitkilerin değişik organlarında 74 farklı element bulunduğu ve bunların çok az bir kısmının bitki gelişimi için mutlak gerekli olan elementler olduğu bildirilmiştir (Çetinkaya ve ark., 2010; Daş ve Kenar, 2016).

Bu yüzden bitkilerde element analizi, bitkiler için mutlak gerekli besin elementlerinin miktarları hakkında bilgi sahibi olmak için önemlidir. Ayrıca bitki analizleri, gerek toprakta mevcut olan gerekse gübreyle verilen besin maddelerinin bitkiye faydalı olup olmadığı, bitkiye alınımında bir problem ya da uygulanan gübreleme programının doğru olup olmadığı hakkında önemli bilgiler verir (Atalay, 2010).

Bu çalışmada lokal endemik bir tür olan *Salvia siirtica* türünün ICP-MS ile element analizi gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışma materyalini lokal edemik bir tür olan *S. siirtica*'ya ait örnekler oluşturmaktadır. Bitki örnekleri 2018 yılında Siirt ili Aydınlar (Tillo) ilçesinden Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN tarafından toplandı. Toplanan örnekler teşhis edildikten sonra laboratuarda gölgelik alanda kurutuldu. Kurutulan örnekler blender ile öğütülerek toz haline getirildikten sonra cam kaplarda muhafaza edilmiştir. Element analizi Teğin ve ark. (2018)'e göre yapılmıştır.

Bulgular

Yapılan ICP-MS analizi sonucunda *S. siirtica* türünün toprak üstü kısımlarında toplam 32 farklı element tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *S. siirtica* türünün toprak üstü kısımlarında yapılan ICP-MS analiz sonuçları

Li ppm	B ppm	Na ppm	Mg ppm	Al ppm	P ppm	K ppm	Ca ppm	Cr ppm	Mn ppm	Fe ppm
55,44±14,85	25,59±7,85	55,63±13,91	4458,74±0,80	780,60±0,15	3112,49±0,40	28581,07±5,99	12304,59±2,39	4,100±1,15	45,74±8,49	134,312±0,01
Co ppm	**Ni ppm**	**Cu ppm**	**Zn ppm**	**Ga ppm**	**As ppm**	**Se ppm**	**Sr ppm**	**Mo ppm**	**Ag ppm**	**Cd ppm**
1,07±0,16	5,22±0,73	8,19±2,79	68,06±13,99	2,55±0,3	0,55±0,01	75,94±8,66	34,5±8,55	4,16±0,15	0,39±0,1	1,31±0,32
In ppb	**Sn ppb**	**Sb ppb**	**Ba ppm**	**La ppm**	**Ce ppm**	**Pt ppb**	**Tl ppb**	**Pb ppm**	**Bi ppb**	
72,20±0,01	75,97±0,03	182,52±0,03	32,38±6,34	0,70±0,15	1,48±0,27	12,80±0,01	13,44±0,00	1,22±0,17	10,68±0,00	

Sonuç ve Tartışma

Ağır metaller; metalik özellik gösteren, göreceli olarak yüksek yoğunluğa sahip, düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki gösterebilen elementlerdir. Bu grupta; kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60'tan fazla metal bulunmaktadır. Ağır metalleri diğer toksik maddelerden ayıran en önemli özellik, yer kabuğunda doğal olarak bulunmalarıdır. Yani insanlar tarafından direkt oluşturulamazlar ve de yok edilemezler. İnsan vücudu için gerekli olmayan bu metaller başta besinler olmak üzere su veya solunum yollarla vücuda alınarak bir "metal yükü" oluşumuna neden olmaktadırlar. Metal yükü ile canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu metaller birçok kronik ve dejeneratif hastalığa neden olabilmektedirler. Ayrıca bu ağır metaller, proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanarak birçok biyokimyasal reaksiyonu etkileyebilir, farklı yollardaki enzimatik aktivitelerde rol alabilir, çekirdek metabolizmasına ve ATP sentezine etki edebilirler (Özbolat ve Tuli, 2016).

Bitki örneklerinin ağır metal ve diğer mineral element içerikleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde insan sağlığına zararlı olabilecek ağır metallerin oranın düşük olması bu bitkinin diğer canlılar tarafından farklı şekillerde kullanılması sonucunda ağır metalin neden olduğu bu sorunların oluşma oranı düşük olacaktır. Canlılar için önemli bir yere sahip olan bazı makrobesin elementlerin oranın yüksek olması pozitif bir etken olarak düşünülebilir.

Kaynaklar

Atalay, İ. Z., 2010. Toprak Verimliliği Teşhis Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Yayını, 5. Bitki Besleme Kongre Bildiriler Kitabı, İzmir. 695 s.

Çetinkaya, O., A. Sümer, A. Sungur, S. Adiloğlu ve C. Akbulak, 2010. Aşağı Kara Menderes Havzası Topraklarının Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn Durumu ve Yersel Dağılımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Yayını, 5. Bitki Besleme Kongre Bildiriler Kitabı, İzmir. 695 s.

Daş ve Kenar 2016. ICP–OES Kullanılarak Bitkilerdeki Makro ve Mikro Elementlerin Birlikte Tayininde Çok Değişkenli Kalibrasyon Tekniklerinin Uygulanması. Bahçe 45 (1): 21 – 29.

Kacar, B. ve V. Katkat, 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayını, Yayın No: 127, 595 s, Bursa.

Muller WH, Muller CH. 1964. Volatile growth inhibitors produced by Salvia species. Bull Torrey Bot Club 91, 327-330.

Özbolat, G., Tuli, A. 2016. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi. 25(4):502-521.

Teğin, İ., Canpolat, G., Fidan, M. 2018. Eruh Bölgesinden Toplanan Allıum Ampeloprasum L. Bitkisinin Element İçeriklerinin ICP-MS İle Belirlenmesi. Şehr-i Nuh Uluslararası Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi. 8-9 Eylül 2018 Cizre-Şırnak.

Ülgen, N., N. Yurtsever ve B. Alkan, 1980. Gübre ve Gübreleme. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak–Su Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No: 88, Çiftçi Yayınları No: 4, Ankara.

Yıldız, Y., 2011. Kazova Topraklarının Mikro Element İçeriklerinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Analizi ve Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Toprak Anabilim Dalı Tokat. 92 s.

Rüzgar Enerjisi Uygulamaları için Weibull Parametrelerinin Belirlenmesinde Kullanılan İki Farklı Yöntemin Karşılaştırılması

Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE[1]*, Arş. Gör. İlyas ALADAĞ[2]

[1,2] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Osmaniye/Türkiye

Özet

Son yıllarda konvansiyonel enerji sistemlerinin kaynak problemi, çevreye etkileri ve maliyetli olması gibi olumsuz nedenlerinden dolayı yenilenebilir enerji sistemleri ile elektrik üretimi artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgar enerjisi temiz, doğada sonsuz miktarda bulunması, hızlı gelişen bir teknolojiye sahip olması ve diğer birçok olumlu özelliklerinden dolayı her geçen gün alternatif bir enerji kaynağı olarak ilgi görmektedir. Bir bölgede rüzgâr enerjisinden faydalanmak için öncelikle bölgenin rüzgâr karakteristiklerinin iyi bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Rüzgar karakteristiklerinin değerlendirilmesinde kullanılan birçok istatistiksel yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kabul gören ve kullanılan yöntem ise rüzgâr hız dağılımına uygunluğu sebebiyle Weibull Dağılımıdır. Weibull dağılımı parametrelerinin belirlenmesinde ise farklı metotlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada bir bölgenin rüzgâr enerjisi karakteristiği hakkında fikir sahibi olmak amacıyla Weibull Dağılım parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan ampirik ve grafik metodunun karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar hata analizi yöntemi ile karşılaştırılarak bölge için uygun metodun kullanımı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Enerjisi, Weibull Dağılımı, Ampirik metot, Grafik Met odu

Abstract

In recent years, electricity generation with renewable energy systems has been increasing due to negative reasons such as resource problems, environmental impacts and cost of conventional energy systems. Wind energy, one of the renewable energy sources, is clean, infinite in nature, has a fast-developing technology and many other positive features because of the alternative energy source is attracted every passing day. In order to benefit from wind energy in a region, the wind characteristics of the region should be investigated well. There are many statistical methods used to evaluate wind characteristics. The most widely accepted and used method is the Weibull Distribution due to its suitability for wind speed distribution. Different methods are used to determine the Weibull distribution parameters. In this study, we compared the empirical and graphical methods used to determine the Weibull distribution parameters in order to have an idea about the wind energy characteristics of a region. The results were compared with the error analysis method and the use of the appropriate method for the region was determined.

Keywords: Renewable Energy, Wind Energy, Weibull Distribution, Empirical Method, Graphical Method

Giriş

Son yıllarda yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmaktadır. Fosil yakıtların olumsuz etkileri ve enerji talebindeki hızlı artış nedeniyle birçok ülke alternatif enerji kaynaklarının kullanımını arttırmayı hedeflemektedir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerjisi, dünyada ve Türkiye'de enerji konusundaki odak noktalardan biri olmaktadır. Türkiye'de rüzgar enerjisi kaynak potansiyeli yaklaşık olarak 48 GW değerindedir ve 2019 yılı yarısı itibarıyla 7615 MW kurulu güç değerine ulaşılmıştır (TÜREB, 2019). Bir bölgenin rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesinde en önemli parametrelerden biri rüzgar hızı dağılımıdır. Bu nedenle, rüzgar hızının olasılık dağılımının doğru bir şekilde belirlenmesi, rüzgar enerjisi potansiyelinin tahmin edilmesinde önemli bir etkendir.

Birçok araştırmacı rüzgarın karakteristiği ve enerji potansiyelini belirlemek amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. (Bilgili ve ark., 2016) Çanakkale'nin Gelibolu yarımadasının rüzgar hızı ve rüzgar güç potansiyeli karakteristiğini istatistiksel olarak araştırmışlarıdır. Çalışmada Weibull parametrelerini farklı yüksekliklerden elde edilen rüzgar hızlarını kullanarak belirlemişlerdir. Ayrıca yükseklik arttıkça rüzgar hızı değerinin 6.85 m/s'den 8.85 m/s değerine çıktığı gözlemlenmiştir. (Bilir ve ark., 2015) Ankara'da bulunan Atılım Üniversitesi kampüsüne kurulu olan meteorolojik ölçüm istasyonu ile bölgenin rüzgar hız karakteristiği ve rüzgar güç potansiyelini araştırmışlardır ve Weibull parametrelerini yıllık ve mevsimsel olarak belirlemişlerdir. (Chang 2011), (Mohammadi ve ark., 2016), (Carla ve ark., 2014), gibi birçok araştırmacı Weibull dağılım parametrelerinin belirlenmesinde grafik yöntemi, maksimum olabilirlik yöntemi, güç yoğunluğu yöntemi, ampirik yöntem, moment yöntemi gibi farklı yöntemleri kullanmışlardır.

Bu çalışmada bir bölgenin rüzgar hızı karakteristiğini elde etmek amacıyla Weibull dağılım yöntemi kullanılmıştır. Weibull dağılımının belirlenmesinde literatürde sıklıkla kullanılan ampirik ve grafik metotları kullanılmıştır. Weibull parametreleri olan şekil (k) ve ölçek (c) parametreleri hesaplanarak sonuçlar ortalama karekök hata analizi (RMSE) ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışmada, bir aylık zaman aralığı için belirlenmiş bölgede kurulu olan meteorolojik istasyondan rüzgar hızı ve rüzgar yönü verileri alınmıştır. Ayrıca meteorolojik ölçüm istasyonundan sıcaklık, nem, basınç gibi verilerde alınabilmektedir.

Weibull dağılımı, bir bölgenin rüzgar karakteristiğini ve rüzgar enerjisi potansiyelini belirlemede en sık kullanılan istatistiksel yöntemlerden biridir. Ortalama rüzgâr hızı değerleri ve standart sapma değeri ölçülen rüzgar hızı değerleri kullanılarak Denklem (1) ve Denklem (2) yardımıyla hesaplanabilir (Mostafaeipour ve ark., 2011),

$$\upsilon_m = \frac{1}{N}\left[\sum_{i=1}^{N}\upsilon_i\right] \tag{1}$$

$$\sigma = \sqrt{\left[\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(\upsilon_i - \upsilon_m\right)\right]} \tag{2}$$

Bu denklemlerde, v_i, ölçülen rüzgâr hızı değerlerini, v_m ortalama rüzgâr hızını (m/s), N, göz önünde bulundurulan zaman periyodundaki veri sayısını, σ ise standart sapma (m/s) değerini göstermektedir. Zaman serisi formatında olan rüzgar hızı verilerini daha iyi yorumlayabilmek

için bu değerler frekans dağılımına dönüştürülür. Belirlenen bölgenin rüzgar hızını karakterize edebilmek için Weibull dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonundan faydalanılabilir (Werapun ve ark., 2015);

$$f_w(\upsilon)=\frac{k}{c}\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^{k-1}\exp\left[-\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^{k}\right] \tag{3}$$

Burada, $f_w(v)$, olasılık yoğunluk fonksiyonunu, k değeri şekil parametresini ve c değeri ise ölçek parametresini ifade etmektedir. Weibull dağılımının ölçek (c) parametresi, şekil (k) parametresi ve ortalama rüzgar hızı v_m arasındaki ilişki aşağıdaki formülle ifade edilmektedir (Mohammadi ve Mostafaeipour, 2013);

$$\upsilon_m = c\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right) \tag{4}$$

Gama fonksiyonu Γ, belirtilen matematiksel ifade ile hesaplanabilir (Mohammadi ve Mostafaeipour, 2013);

$$\Gamma(x)=\int_0^{\infty}\xi^{x-1}\exp(-\xi)d\xi \text{ ve } \Gamma(x+1)=x\Gamma(x)$$

Weibull dağılım fonksiyonunun kümülatif hesabı aşağıdaki gibi matematiksel olarak ifade edilebilmektedir (Youm ve ark., 2005);

$$F_w(\upsilon)=1-\exp\left[-\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^{k}\right] \tag{5}$$

Denklem (3) ve (5)' te görüldüğü üzere Weibull dağılım fonksiyonu şekil (k) ve ölçek (c) parametresi gibi iki parametreye sahiptir. Birçok farklı matematiksel yöntem ile bu parametreler hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada ampirik ve grafik yöntemi kullanılarak Weibull parametreleri belirlenmiştir. Ampirik ve grafik yöntemlerinde parametreler aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir (Bilir ve ark., 2015);

$$\ln\left[-\ln\left(1-F_w(v)\right)\right]=k\ln v-k\ln c \tag{6}$$

Burada, eğer $x=\ln v$ ise , $y=\ln\left[-\ln\left(1-F_w(v)\right)\right]$, $A=k$ ve $B=-k\ln(c)$ kabul edilebilir ve lineer bir denklem olmaktadır. Daha sonra Denklem (6)'dan $y=Ax+B$ doğru denklemi elde edilmektedir. Ayrıca $c=\exp(-B/A)$ eşitliği $B=-k\ln(c)$ eşitliğinden hesaplanabilir. A ve B'yi hesaplamak için en küçük kareler yöntemi aşağıdaki şekilde uygulanabilmektedir,

$$A=\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(y_i-\bar{y}\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i-\bar{x}\right)^2},\quad B=\bar{y}-A\bar{x} \tag{7}$$

Burada, $\bar{x}$ (x'in ortalama değeri) ve $\bar{y}$ (y'nin ortalama değeri aşağıdaki şekilde bulunabilir,

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{N} f_i x_i , \qquad \bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{N} f_i y_i \tag{8}$$

$\ln v$' nin $\ln\left[-\ln\left(1-F_w(v)\right)\right]$' ye göre çizimi düz bir çizgi olmalıdır. Bu çizginin eğimi k değerini y ekseni ile kesişme noktası ise $-k\ln(c)$ değerini vermektedir.
Ampirik yöntemde ise şekil ve ölçek parametreleri Denklem (9-10) hesaplanmaktadır;

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{\upsilon}}\right)^{-1.086} \tag{9}$$

$$c = \frac{\bar{\upsilon}}{\Gamma\left(1+{}^{1}\!/_{k}\right)} \tag{10}$$

İstatistiksel sonuçlarda, hata analizi yöntemleri ile gerçek veriler ve Weibull dağılım yöntemi sonuçları arasındaki doğruluk kanıtlanabilmektedir. Hata analiz yöntemlerinden birisi olan Karekök ortalama hata (RMSE) değeri aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir (Jiang ve ark., 2017);

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \frac{\left(y_i - x_i\right)^2}{N}} \tag{11}$$

En düşük RMSE değerine sahip olan dağılım gerçek değere en yakın olandır.

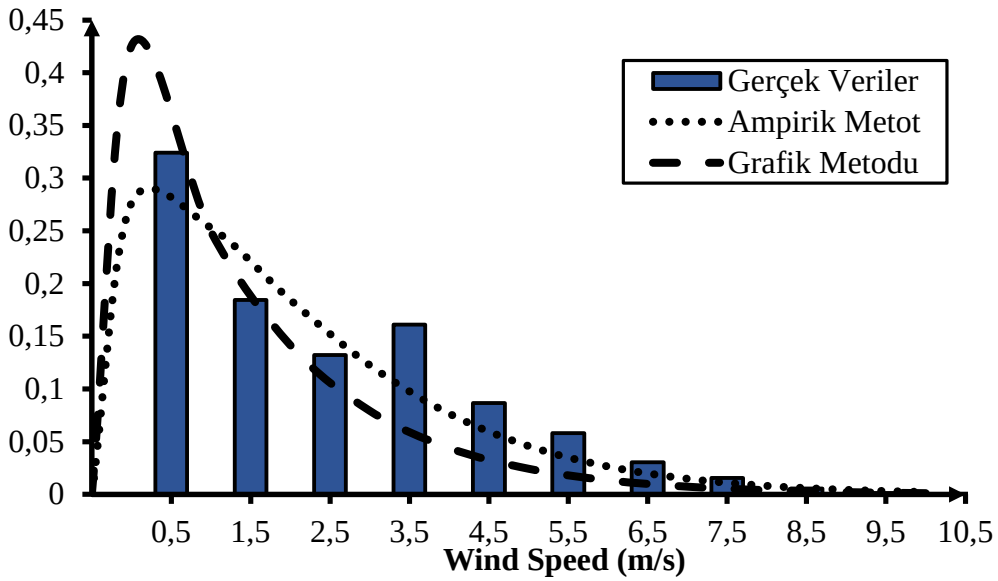
Bulgular ve Tartışma

Çalışmada belirlenen bölgenin rüzgar karakteristiğini elde etmek amacıyla meteorolojik ölçüm istasyonundan zamana bağlı olarak elde edilen rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Zamana bağlı olarak alınan rüzgar hızı verilerinin istatistiksel analizi zor olduğundan dolayı frekans dağılım formuna dönüşüm daha iyi bir yaklaşım olarak kabul görmektedir. Bir aylık süre için hesaplanan değerlerin bir örneği Tablo 1' de gösterilmektedir. Tabloda rüzgar hızı frekans dağılımının farklı hızlardaki yoğunluklarını dördüncü sütun beş ve sonraki sütunlarında ise sırasıyla gerçek veriler, ampirik ve grafik yönteminin olasılık yoğunluk dağılım değerleri verilmiştir;

Tablo 1. Rüzgar hızı zaman serisi verilerinin frekans dağılımına dönüştürülmüş hali

i	υ_i	υ_{mi}	f_i	$f(\upsilon_i)$	$f_{amp}(\upsilon_i)$	$F_{gr}(\upsilon_i)$
1	0-1	0,5	2894	0,324	0,276	0,425
2	1-2	1,5	1647	0,184	0,252	0,249
3	2-3	2,5	1180	0,132	0,184	0,141
4	3-4	3,5	1438	0,161	0,122	0,079
5	4-5	4,5	773	0,086	0,076	0,044
6	5-6	5,5	520	0,058	0,045	0,024
7	6-7	6,5	271	0,030	0,026	0,013
8	7-8	7,5	138	0,015	0,014	0,007
9	8-9	8,5	49	0,005	0,008	0,004
10	9-10	9,5	12	0,001	0,004	0,002
Karekök Ortalama Hata Değeri (RMSE)					*0,0373*	*0,0456*

Karekök ortalama hata (RMSE) değerleri incelenecek olursa 0.0373 değerini ampirik yöntem 0.0456 değerini ise grafik yöntemi almıştır. Elde edilen sonuca göre ampirik yöntem gerçek verilere daha yakın bir yaklaşım göstermektedir. Rüzgar hızı frekans dağılımının Weibull dağılım fonksiyonları ve gerçek olasılık dağılım fonksiyonu açısından karşılaştırması ise Şekil 1' de gösterilmiştir.



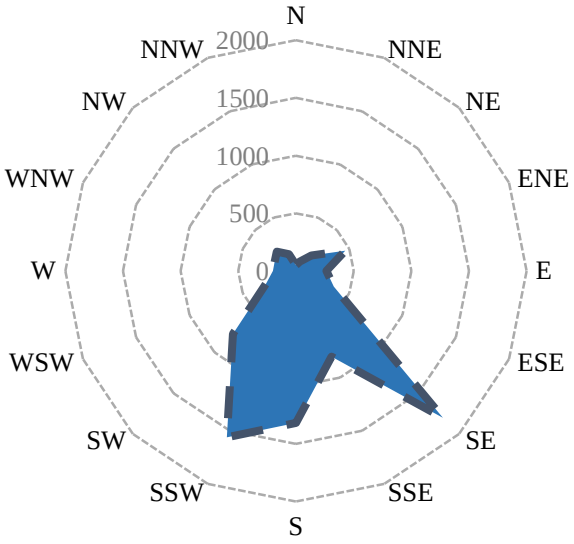
Şekil 1. Rüzgar hızı frekans dağılımları

Tablo 2' de ise bölgedeki ortalama rüzgar hızı değeri ile yöntemlere göre şekil ve ölçek parametrelerinin değerleri verilmiştir;

Tablo 2. Bölgenin aylık rüzgar parametreleri

	Ampirik	**Güç Yoğunluğu**
υ_m (m/s)	2.44	2.44
σ (m/s)	1.97	1.97
k	1.25	1.03
c (m/s)	2.62	1.77

Beş dakikalık zaman serisinde ölçülen rüzgar hızı verilerinin ortalaması 2.44 m/s olarak hesaplanmıştır. Bölgenin standart sapma değeri ise 1.97 m/s hesaplanmıştır. Weibull dağılım parametreleri olan ölçek ve şekil parametreleri ise Ampirik metot için sırasıyla 1.25 ve 2.62 m/s grafik metodu için ise sırasıyla 1.03 ve 1.77 m/s olarak hesaplanmıştır.
Bir bölgenin rüzgar enerjisi karakteristiğini belirlemede önemli olan diğer bir etken ise rüzgarın hakim olduğu yönü belirlemektir. Bölgenin hakim rüzgar yönü frekans dağılımı Şekil 2' de gösterilmektedir;



Şekil 2. Rüzgar yönü frekans dağılımı

Şekil 2'de bölgenin SE ve SSW yönlerinin hakim rüzgar yönleri olduğu görülmektedir.

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada belirlenen bir bölgenin rüzgar hızı karakteristiği Weibull dağılım fonksiyonu kullanılarak belirlenmiştir. Literatürde sıklıkla kullanılan ampirik ve grafik yöntemleri ile Weibull dağılım fonksiyonu elde edilmiştir ve sonuçların gerçek verilerle uyumluluğu karekök ortalama hata analizi yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Bölgenin rüzgar hızı verileri bir meteorolojik istasyondan beş dakikalık zaman aralığı serisi olarak elde edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen en önemli bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Bölgenin ortalama rüzgar hızı 2.44 m/s olarak ölçülmüştür. Standart sapma değeri ise 1.97 m/s olarak hesaplanmıştır.

Weibull dağılım fonksiyonunun belirlenmesinde sıklıkla kullanılan iki farklı yöntem olan Ampirik ve grafik yöntemleri karşılaştırılmıştır ve ampirik yöntemin 0.0373 hata analizi değeri ile bölgedeki gerçek değerlere daha yakın sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

İki farklı yöntem için de şekil (k) ve ölçek (c) değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler ampirik yöntem için sırasıyla 1.25 ve 2.62 m/s olarak, grafik yöntemi için ise sırasıyla 1.03 ve 1.77 m/s olarak hesaplanmıştır.

Bölgenin hakim rüzgar yönleri güneydoğu (SE), güney (S) ve güneybatı (SW-SSW) yönleri olarak belirlenmiştir. Bölgeye olası bir rüzgar türbini kurulumunda bu hakim yönlere paralel

bir şekilde türbinin yerleştirilmesi ile rüzgarın potansiyel enerjisinden daha fazla faydalanılabilir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bölgenin rüzgar karakteristiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

Bilgili, M., R. Hassanzadeh, B. Sahin, A. Ozbek, A. Yasar, and E. Simsek. 2016. Investigation of wind power density at different heights in the Gelibolu peninsula of Turkey. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects 38:4, 512-518.

Bilir, L., M. Imir, Y. Devrim, and A., Albostan. 2015. Seasonal and yearly wind speed distribution and wind power density analysis based on Weibull distribution function. International Journal of Hydrogen Energy 40:15301-15310.

Carla, F.A., Hely, F.M.N., Paulo, A.C.R., da Silva, M. E. V., 2014, An efficiency comparison of numerical methods for determining Weibull parameters for wind energy applications: A new approach applied to the northeast region of Brazil, Energy Conversion and Management, 86, 801–808.

Chang, T.P., 2011. Performance comparison of six numerical methods in estimating Weibull parameters for wind energy application. Applied Energy 88:272–282.

Jiang, H., J. Wang, J. Wu and W. Geng, Comparison of numerical methods and metaheuristic optimization algorithms for estimating parameters for wind energy potential assessment in low wind regions, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 69:1199-1217, 2017

Mohammadi, K., Mostafaeipour, A., Using different methods for comprehensive study of wind turbine utilization in Zarrineh, Iran, Energy Conversion and Management, 65, 463-470, 2013.

Mohammadi, K., O. Alavi, A. Mostafaeipour, N. Goudarzi, and M. Jalilvand. 2016. Assessing different parameters estimation methods of Weibull distribution to compute wind power density. Energy Conversion and Management 108:322–335.

Mostafaeipour, A., A. Sedaghat, A.A. Dehghan-Niri, and V. Kalantar. 2011. Wind energy easibility study for city of Shahrbabak in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15:2545–56.

TÜREB, Türkiye Rüzgar Gücü Potansiyeli Atlası (TUREB-2019). Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, Temmuz-2019.

Werapun, W., Tirawanichakul Y., Waewsak J., Comparative Study of Five Methods to Estimate Weibull Parameters for Wind Speed on Phangan Island, Thailand, Energy Procedia, 79, 976 – 981, 2015.

DETERMINATION OF pH CHANGE KINETICS DURING READY TO USE CACIK PRODUCTION: EFFECTS OF CUCUMBER CONCENTRATIONS

TÜKETİME HAZIR CACIK ÜRETİMİ SIRASINDA pH DEĞİŞİM KİNETİĞİNİN BELİRLENMESİ: SALATALIK KONSANTRASYONUNUN ETKİLERİ

Mehmet Şükrü KARAKUŞ
PhD, Harran University Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

A.Ferit ATASOY*
Prof, Harran University Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

ABSTRACT

Cacık is a traditional Turkish product that is usually served beside the main dish. During the production of cacık, yoghurt is produced and then is mixed with diced cucumber, crushed garlic, mint and salt. However, in this study, cacık is produced by adding diced cucumber, crushed garlic, mint and salt into a heat-treated milk and inoculated with yoghurt culture. This type production is named as "ready to eat cacık". The objective of this study was to determine the pH change kinetics during ready to use cacık production from different cucumber concentrations (0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25%). Kinetics of pH change was determined during fermentation and coagulum phases of cacık production. The pH decreased nonlinearly, logarithmically, with time in the fermentation period and reduced with time in the coagulum stages. Total cacık production and coagulum phase time was not significantly different up to 20% ($P>0.05$) cucumber concentrations. However, 25% cucumber concentration statistically decreased ($P<0.05$) overall cacık production and coagulum period times. pH change times during fermentation phase for 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25% cucumber concentration was 93, 103, 107, 102.5, 93, 93.5 min, respectively. Rate constant (k) value changed between $17.528x10^{-3}$/min and $26.969x10^{-3}$/min during fermentation stage. The lowest and the highest k value during fermentation phase were determined for 25% and 10% cucumber concentration, respectively. Rate constant was not significantly different ($P>0.05$) till 15% cucumber concentration during coagulum phase. However, more than 15% cucumber concentration statistically increased ($P<0.05$) k value during coagulum stage.

Keywords: ready to use cacık, rate constant, cucumber, fermentation time, coagulum time

ÖZET

Cacık, ana yemeklerin yanında servis edilen geleneksel bir Türk ürünüdür. Cacık üretimi sırasında yoğurt üretilir ardından doğranmış salatalık, ezilmiş sarımsak, tuz ve nane ilave edilerek karıştırılır. Ancak bu çalışmada cacık, süte ısıl işlem uygulanıp inkübasyon sıcaklığına soğutulduktan sonra, doğranmış salatalık, ezilmiş sarımsak, tuz ve nane eklenmiş

ve yoğurt kültürü ile inokülasyonu sonucu üretilmiştir. Bu tip üretim yemeye hazır cacık olarak isimlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı salatalık konsantrasyonlarının (%0, %5, %10, %15, %20 ve %25) tüketime hazır cacık üretimi sırasında pH değişim kinetiğini belirlemektir. Cacık üretiminin fermantasyon ve pıhtılaşma aşamalarında pH değişim kinetiği belirlenmiştir. pH fermantasyon sırasında zamanla doğrusal bir şekilde ve pıhtılaşma aşamasında ise logaritmik olarak azalmıştır. Toplam cacık üretim zamanı ve pıhtılaşma aşamasında %20'ye kadar salatalık konsantrasyonu etkili olmamıştır. Bununla birlikte, %25 salatalık konsantrasyonu ilavesi, genel cacık üretimi ve pıhtılaşma süresi sürelerinde istatistiksel olarak azalma görülmüştür ($P < 0.05$). Fermantasyon aşamasında %0, %5, %10, %15, %20 ve %25 salatalık konsantrasyonlarının pH değişim süreleri sırasıyla 93, 103, 107, 102.5, 93, 93.5 dakika olarak bulunmuştur. Fermantasyon fazında k değeri 17.528×10^{-3}/dak ve 26.969×10^{-3}/dak arasında değişmiştir. Fermantasyon fazında en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla %25 ve %10 salatalık ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Pıhtılaşma aşamasında %15 salatalık konsantrasyonuna kadar k değeri önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Ancak, %15'den fazla salatalık ilavesinin pıhtılaşma aşamasında k değerini arttırdığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Anahtar kelimeler:kullanıma hazır cacık, k değeri, salatalık, fermantasyon süresi, pıhtılaşma süresi

1. INTRODUCTION

Cacık is a traditional Turkish product that is usually served beside the main dish. It is made by adding small diced cucumber, crushed garlic, spearmint and salt into yogurt and consumed to feel relieved in the summer months (Altuntas and Korukluoglu, 2019). Cucumber is one of the main ingredients in the cacık.

C*ucumis sativus L*. known as cucumber contains 90% water. India is the homeland of cucumber, which is especially rich in vitamin A. Rich in vitamins and fiber, cucumber plays an important role in diet (Beuchat, 2002). Today, for a healthier life without additives, high nutritional value, rich in antioxidant fresh vegetables are preferred. As few as possible, freshly processed vegetables play an important role in consumer nutrition and health (Artés, 2006).

Incubation time and pH is factor that has major effects on the physical properties of yoghurt. During the yogurt production process, the rate limiting step is fermentation. Generally, the time period for the fermentation step is in the range of about two to four hours. Fermentation proceeds until the pH of the mixture is below approximately 4.6. Below a pH of about 4.6 the final product is considered a high acid food and the product will not support growth of pathogenic bacteria (Weipert et al., 1993). During the acidification stage the milk proteins join together as a result of the decreased pH, and the proteins build a coagulum. This process is the basis of the final yogurt texture (Brabandere and Baerdemaeker, 1999). When a network has not yet formed between the protein micelles, disturbance will not harm the final yogurt structure (fermentation stage). When a network is being formed, then a disturbance will

destroy the final yogurt structure. Syneresis will occur and this manifests itself in wheying off and low viscosity of the final yoghurt (coagulum stage) (Driessen et al., 1977).

To the best of our knowledge, no study, so far, has been carried out on the pH change of cacık production. Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of cucumber concentrations (0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25%) on the kinetics of pH change during different stages of cacık production (fermentation and coagulum stage).

2.MATERIALS AND METHODS

2.1. Milk and other ingredient materials

The raw milk, cucumber, garlic, dry spearmint and salt supplied from market were used in the manufacture of ready to eat cacık production.

2.2. Starter Cultures

The starter culture was obtained from Peyma-Chr. Hansen (YC-350 Thermophilic yoghurt culture, Istanbul, Turkey).

Reconstituted skim milk was prepared at a ratio of 2 g dry matter/100 g and was heated at 121 ^{o}C for 3 min. The starter culture was propagated in skim milk (inoculum level, 2wt %) and incubated for 3 h at 43 ^{o}C.

2.3. Cacık production

Cacık were made from pasteurized milk using the thermophilic starter culture. Each trial was repeated two times at different days. Milk was heated at 90 ^{o}C for 10 min and cooled to 45 ^{o}C. 0.3% garlic, 0.3% spearmint, 0.5% salt and 2% starter culture was added. And then the divided into six equal portions. The cucumber was then added at 5, 10, 15, 20 and 25 g 100/ml milk, respectively, the sixth batch being devoid of cucumber. Cups were incubated at 44±1 °C to reach the 4.65±0.5 pH and then immediately cooled down to 15±2 °C and storage +4 ^{o}C. Schematic productions of experimental cacık are shown in Fig 1.

Raw milk

↓

Heat treatment
(90±1 ^{o}C/5 min)

↓

Cooling incubation
temperature
(44±1 ^{o}C)

↓

Addition of ingredients
(0.5% salt, 0.3% mint, 0.3% garlic)

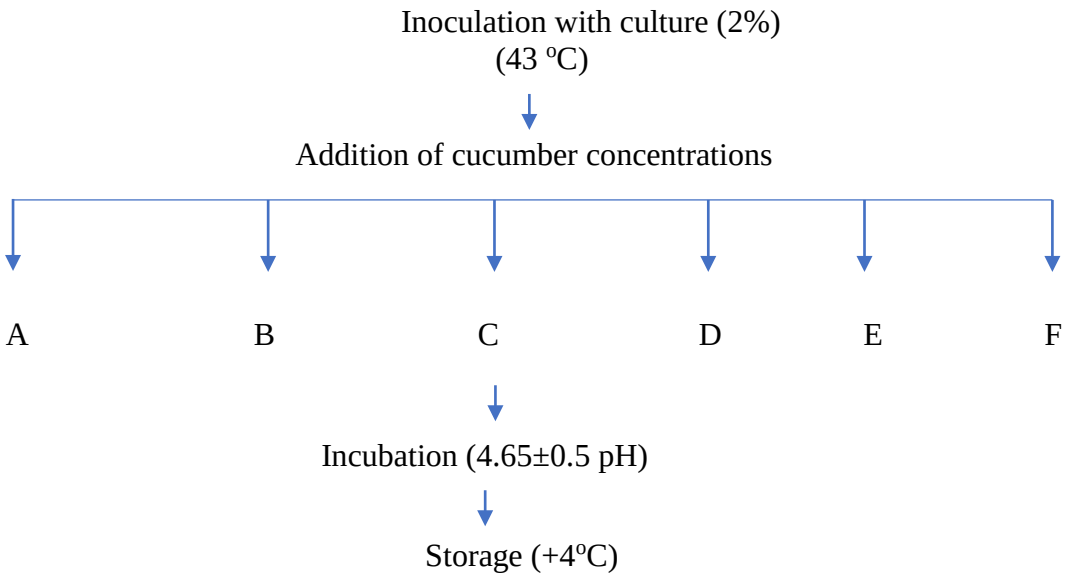


Fig 1. Ready to eat cacık production
(A: 0% cucumber; B: 5% cucumber; C: 10% cucumber; D: 15% cucumber; E: 20% cucumber and F: 25% cucumber)

2.4.Monitoring and Modeling of Changes in pH

The pH was monitored via a combined electrode pH meter (Consort C931, Brussels, Belgium). The pH meter was calibrated at 44 °C. After the addition of cucumber, mint, salt and garlic into the milk and stirring, the initial pH of cacık milk was measured (at time 0). The initial pH of milk was changed according to ingredients and days. The pH of cacık was observed until 4.6 by 20-min intervals. There were two main stages in the production of ready to eat cacık according to the pH change: fermentation and coagulum.

The change of pH in cacık fermentation phase was nonlinear with time. Therefore, to calculate the rate constant, the pH data was transformed to a logarithmic form (a fraction conversion model, Levenspiel 1972) as follows:

$$\log[(pHi - pHt) (pHi - pHf)]$$

where pHi is the initial pH at time 0, pHt is the pH at given time and pHf is the final pH at cacık production, which is 5.7. The change of pH with time was linear at the last phase (coagulum phase) and therefore, linear regression was applied to evaluate the rate constant.

3.STATISTICAL ANALYSIS

General linear model procedure was used to determine the significance of varied samples on pH change kinetics and times during Cacık production. Tukey's Studentized range test

(honestly significant difference) was used to differentiate between samples (Snedecor and Cochran 1989). The SPSS version 16 was used to carry out the statistical analysis. Statistical significance for differences was determined at 5% probability level.

4. RESULTS AND DISCUSSION

pH changes in ready to eat cacık production are displayed in Figure 2. The figure shows the pH change for fermentation and coagulum phases. In according to Figure 2, although the pH decreased with time nonlinearly, logarithmically, with time in the fermentation period and reduced in the coagulum stages. It was nonlinear with time and thus, a fractional conversion model was applied to evaluate data.

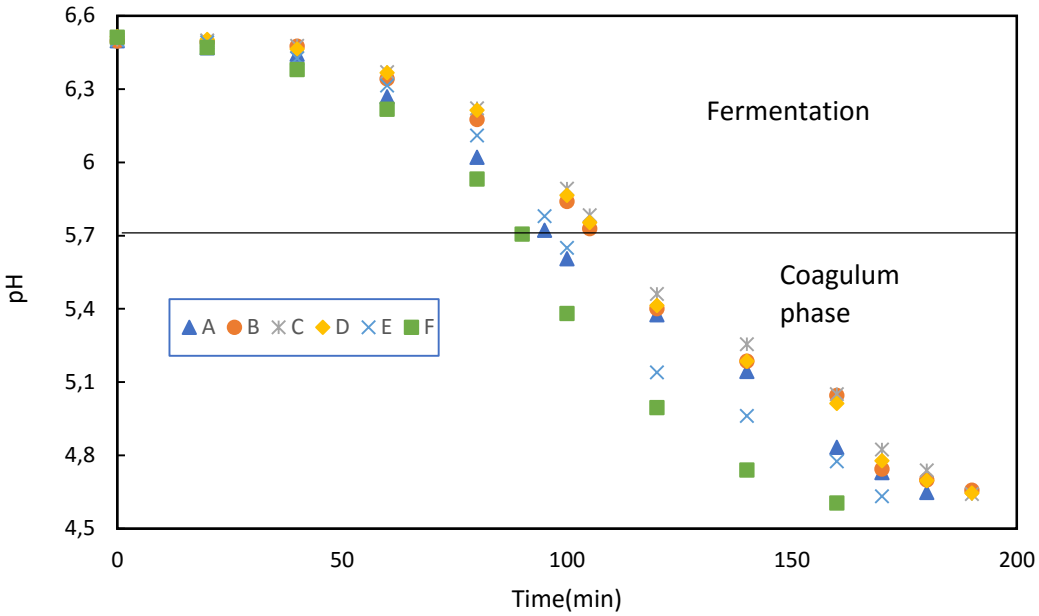


Figure 2. Curves of pH change during ready to use cacık production
(A: 0% cucumber; B: 5% cucumber; C: 10% cucumber; D: 15% cucumber; E: 20% cucumber and F: 25% cucumber)

The semilogarithmic rate plot for pH change during the fermentation phase is shown in Figure 3. The rate constants (1/min), R^2 and Tukey grouping of fermentation stage are indicated in Table 1.

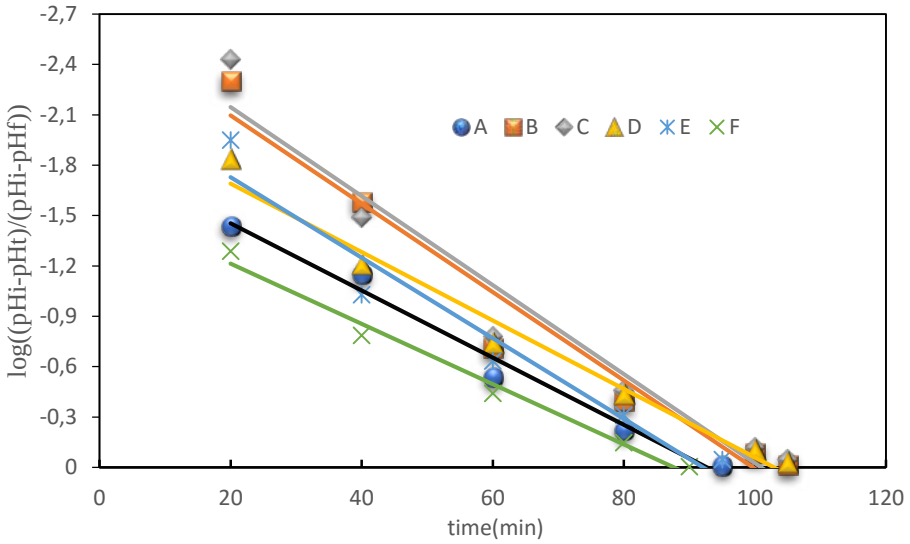


Figure 3. Semilogarithmic plot of pH change for fermentation phase of ready to use cacık (A: 0% cucumber; B: 5% cucumber; C: 10% cucumber; D: 15% cucumber; E: 20% cucumber and F: 25% cucumber)

The rate constant (k) value of 5%, 10% and 20% cucumber added cacık were higher than without cucumber. However, k value of the sample containing 25% cucumber was the smallest. This is thought to be due to the fact that the fibers and dry matter in the cucumber. Akın and Akın, (2016) were said fibers stimulate the growth of yogurt bacteria.

Table 1. Tukey grouping of ready to eat cacık for rate of change of pH during fermentation stage

Codes	Rate Constant(min)*	R^2	Tukey grouping
0	$19.66x10^{-3}\pm4.82x10^{-4}$	0.98	AB
5	$26.09x10^{-3}\pm3.25x10^{-4}$	0.95	D
10	$26.97x10^{-3}\pm6.55x10^{-4}$	0.94	D
15	$20.08x10^{-3}\pm4.43x10^{-4}$	0.98	B
20	$23.44x10^{-3}\pm7.44x10^{-4}$	0.94	C
25	$17.53x10^{-3}\pm3.25x10^{-4}$	0.99	A

*The rate constants were given as mean± standard error.
Different letters indicate statistical differences within the cucumber concentration at fermentation stage

pH change kinetics during the coagulum phase in Figure 4. The rate constants (1/min), R^2 and Tukey grouping of coagulum phase are shown in Table 2.

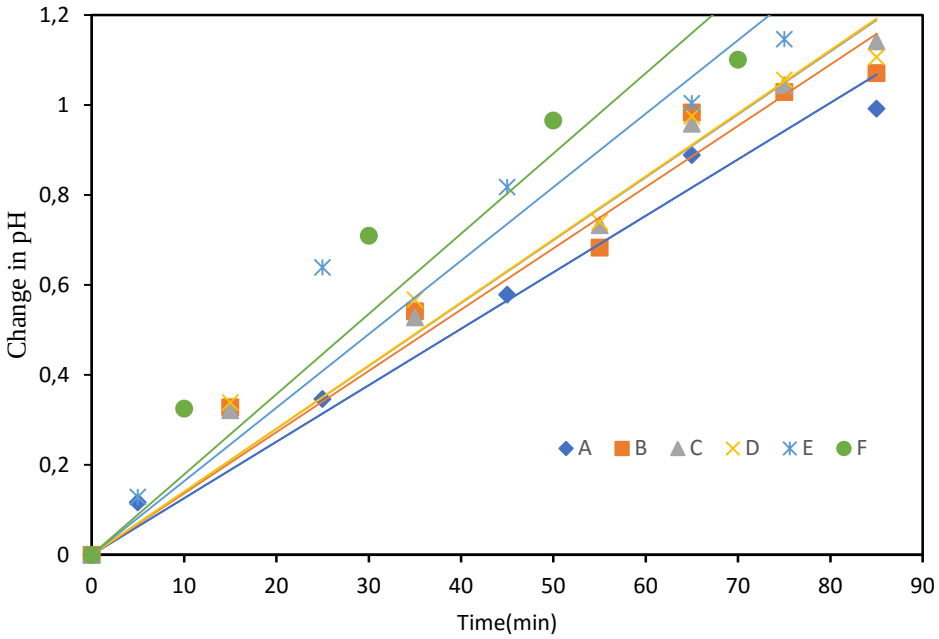


Figure 4. Coagulum phase of ready to eat cacık
(A: 0% cucumber; B: 5% cucumber; C: 10% cucumber; D: 15% cucumber; E: 20% cucumber and F: 25% cucumber)

Rate constant was not significantly different (P>0.05) till 15% cucumber concentration during coagulum phase (Table 2). However, more than 15% cucumber concentration statistically increased (P<0.05) k value during this stage. The stage during the acidification the milk proteins join together as a result of the decreased pH, and the proteins build a coagulum (Driessen et al., 1977).

Table 2. Tukey grouping of ready to eat cacık for rate of change of pH during coagulum stage

Codes	Rate Constant (min)	R^2	Tukey grouping*
0	$13.74x10^{-3}±3.49x10^{-4}$	0.99	A
5	$14.35x10^{-3}±15.9x10^{-4}$	0.96	A
10	$14.12x10^{-3}±1.99x10^{-4}$	0.98	A
15	$14.70x10^{-3}±2.32x10^{-4}$	0.97	A
20	$16.66x10^{-3}±4.43x10^{-4}$	0.93	B
25	$17.91x10^{-3}±0.80x10^{-4}$	0.90	C

*The rate constants were given as mean± standard error.
Different letters indicate statistical differences within the cucumber concentration at coagulum stage (p<0.05)

pH change times during fermentation, coagulum and total time are shown in Table 3. The addition of cucumber did not statically change fermentation time (P>0.05. Coagulum and

overall times were not significantly different (P>0.05) till 20% cucumber concentration, however, more than 20% cucumber concentration statistically decreased (P<0.05) the coagulum and total times. The lowest total time was found in the addition of 25% cucumber concentration.

Table 3. Tukey grouping for pH change times during various stages of ready to eat cacık production

Codes	Fermentation time(min)	Coagulum time(min)	Total time(min)
0	97 ± 2.83^{AB}	87 ± 2.83^{B}	184 ± 5.66^{BC}
5	103 ± 2.83^{AB}	97 ± 2.83^{AB}	191.5 ± 2.12^{C}
10	107 ± 2.83^{B}	85.5 ± 0.07^{B}	192.5 ± 3.54^{C}
15	102.5 ± 3.54^{AB}	86 ± 1.41^{B}	188.5 ± 2.12^{C}
20	93 ± 2.83^{A}	78 ± 4.24^{AB}	171 ± 1.41^{AB}
25	93.5 ± 4.95^{A}	69 ± 1.41^{A}	162.5 ± 3.54^{A}

Different letters indicate statistical differences within the cucumber concentration (p<0.05)

5. CONCLUTION

This study showed that the pH kinetic behavior was nonlinearly at the fermentation stage. On the contrary, it was logarithmically coagulum stages during ready to use cacık production. The rate constant (k) value of 5%, 10% and 20% cucumber added cacık were higher than without cucumber. The addition of cucumber did not statically change fermentation time (P>0.05). Future study should be focused on the determination of cucumber concentrations on the physicochemical, microbiological, organoleptic, and textural properties of cacık.

6.KAYNAKLAR

1. Akın, M.S. and Akın, M.B. (2016). Elma lifi ile zenginleştirmenin set tipi yoğurtların bazı özelliklerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(2): 94-104

2. Altuntaş, S. and Korukluoglu, M. (2019). The impact of different commercial probiotic cultures with starters on technological, physicochemical and sensorial properties of a traditional yogurt-based appetizer “Cacık. *Mljekarstvo* 69 (3), 193-205.

3. Artés, F., Gómez, P., Artés-Hernández, F. (2006). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 5, 2, 1–13p.

4. Beuchat, L.R**.** (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*, 4,413-423p.

5. Brabandere, A.G. and Baerdemaeker, J.G., 1999). Journal of Food Engineering Volume 41, Issues 3–4, August–September 1999, Pages 221-22.

6. Driessen, F.M., Ubbels, J. and Stadhouders, J. (1977). Biotechnology and bioengineering, vol. xıx, pages 821-839 (1977) .

7. Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering*, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., Singapore, p. 578.

8. Snedecor, G.W. and Cochran W.G. (1989). *Statistical Methods*, 8th Ed.,p. 503, Iowa State University Press, Ames, IA.

9. Weipert, D.; Tscheuschner, H.-D.; Windhab, E.(1993). Textureigenschaften von Lebensmitteln. In Rheology der Lebensmittel, Behr's Verlag: Hamburg, 151–171.

EFFECTS OF GARLIC CONCENTRATIONS ON pH CHANGE KINETICS DURING DIFFERENT STAGES OF CACIK PRODUCTION

CACIK ÜRETİMİNİN FARKLI AŞAMALARINDA pH DEĞİŞİM KİNETİĞİNE SARIMSAK KONSANTRASYONUNUN ETKİSİ

Mehmet Şükrü KARAKUŞ

PhD, Harran University Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

A. Ferit ATASOY*

Prof, Harran University Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

ABSTRACT

Cacık is known in Balkan countries, although it is a traditional Turkish product. It is called Talatur" in Cyprus, "Tzatziki" in Greece, and "Tarator" in Balkan countries. Garlic is used in cacık to improve palatability, and desirability. Cacık is produced by adding diced cucumber, crushed garlic, mint and salt into a heat-treated milk and inoculated with yoghurt culture. This type production is named as "ready to eat cacık". Garlic (*Allium sativum*), is used widely as a flavouring in food, but it has also been used as a medicine throughout ancient and modern history. The objective of this study was to determine effects of garlic concentrations (0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1%) on the pH change kinetics during fermentation and coagulum phases of cacık manufacturing. Although the pH decreased logarithmically, nonlinearly, with time in the first period, linear reduction with time was observed in pH latter phase. Overall cacık production, fermentation and coagulum phases times were not affected by garlic concentration ($P>0.05$). Rate constant (k) value changed between $11.762x10^{-3}$/min and $15.353x10^{-3}$/min during fermentation stage. The highest rate of pH change was determined in the addition of 0.2% crushed garlic, followed by 0%, 0.6% and 0.4% and then 0.8%and 1% ones during fermentation. Rate constant value changed between $17.702x10^{-3}$/min and $19.302x10^{-3}$/min during coagulum stage. The pH change characteristics of cacık made without garlic were similar to the cacık made with garlic during coagulum phase ($P>0.05$). However, addition of crushed garlic higher than 0.2% retarded the rate of change in pH during fermentation phase ($P<0.05$).

Keywords: cacık, rate constant, garlic

ÖZET

Cacık, geleneksel bir Türk ürünü olmasına rağmen Balkan ülkelerinde de bilinmektedir. Kıbrıs'ta Talatur, Yunanistan'da "Tzatziki" ve Balkan ülkelerinde "Tarator" olarak adlandırılmaktadır. Sarımsak cacığa lezzeti ve albeniyi artırmak amacıyla ilave edilir. Cacık, ısıl işlem uygulanmış süte doğranmış salatalık, ezilmiş sarımsak, nane ve tuz ilave edilerek

yoğurt kültürü ile inokülasyonu sonucu üretilmektedir. Bu tip üretime "yemeye hazır cacık" adı verilir. Sarımsak (*Allium sativum*), yiyeceklerde bir lezzet verici madde olarak kullanılmasına rağmen antik ve modern tarih boyunca bir ilaç olarak da kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, sarımsak konsantrasyonlarının (% 0,% 0,2,% 0,4,% 0,6,% 0,8 ve% 1) cacık üretiminin fermantasyon ve pıhtılaşma fazları sırasındaki pH değişim kinetiği üzerindeki etkilerini belirlemektir. pH birinci periyotta zamanla logaritmik olarak azalmasına rağmen, ikinci aşamada doğrusal olarak azalmıştır. Cacık üretiminin fermantasyon ve pıhtılaşma fazlarının sarımsak konsantrasyonundan etkilenmemiştir (P>0.05). Fermantasyon aşamasında k değeri 11.762x10^{-3} /dak. ve 15.353x10^{-3} /dak arasında değişmiştir. Fermantasyon boyunca en yüksek pH değişim oranı % 0,2'lik sarımsak ilaveli örnekte, ardından sırasıyla % 0, % 0,6 ve % 0,4 %0,8 ve % 1 örneklerinde belirlenmiştir. k değeri, pıhtılaşma aşamasında 17.702x10^{-3} / dak ve 19.302x10^{-3} / dak arasında değişmiştir. Sarımsaksız cacığın pH değişim özellikleri, pıhtılaşma evresinde sarımsaklı cacık örnekleriyle aynı bulunmuştur (P> 0.05). Bununla birlikte, %0.2'den yüksek sarımsak eklenmesi, fermantasyon fazı sırasında pH'daki değişim hızını geciktirmiştir (P <0.05).

Anahtar kelimeler: cacık, k değeri, sarımsak

1.INTRODUCTION

Cacık is a cold Turkish appetizer which is made with yoghurt, water, mint, salt and cucumber. It is usually served beside the main dish in the Turkish cuisine (Altuntaş and Korukluoglu, 2019). Cacık is known in Balkan countries, although it is a traditional Turkish product. It is called Talatur" in Cyprus, "Tzatziki" in Greece, and "Tarator" in Balkan countries (Tsiraki and Savvaidis, 2014).

Garlic (Allium Sativum) is used traditionally for a flavor enhancer, and it has been recognized as not only a common food additive but also a potent therapeutic agent (Milner, 1996). Garlic has a high concentration of sulfur containing compounds. The thiosulfates, including allicin, appear to be the active substances in garlic. Allicin is formed when alliin, a sulfur-containing amino acid, comes into contact with the enzyme alliinase when raw garlic is chopped, crushed, or chewed (Nuutila et al., 2003). Today, garlic is widely used in the pharmaceutical and food industry. The interest of using natural antioxidants in protection of foods and its benefits on human health increase the importance of garlic and garlic products (Dorant et al., 1993). Garlic has been considered as a rich source of carbohydrate, proteins. Ascorbic acid contents are reported to be very high in green garlic (Yünlü, 2011). Garlic is used in cacık to advance palatability and desirability.

The main processing steps in yogurt are fermentation and acidification. Fermentation converts lactose into lactic acid, which reduces the pH of milk. During the acidification of milk, the pH decreases from 6.7 to ≤4.6 (Lee and Lucey, 2010). The acidification is responsible for the process of coagulation. Caseinate particles destabilize at 5.3–5.2 pH. Complete precipitation occurs at 4.7–4.6 pH (Rasic and Kurmann, 1978). Acidification is thus a key mechanism

during yogurt fermentation. Therefore, in yoghurt production, pH measurement is used to control the process.

To the best of our knowledge, no study, so far, has been carried out on the pH change of cacık production. So, the objective of this study was to determine effects of garlic concentrations (0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1%) on the pH change kinetics during fermentation and coagulum phases of cacık manufacturing.

2.MATERIALS AND METHODS

2.1. Milk and other ingredients materials

The raw milk, cucumber, garlic, spearmint and salt supplied from market were used in the manufacture of ready to use cacık production.

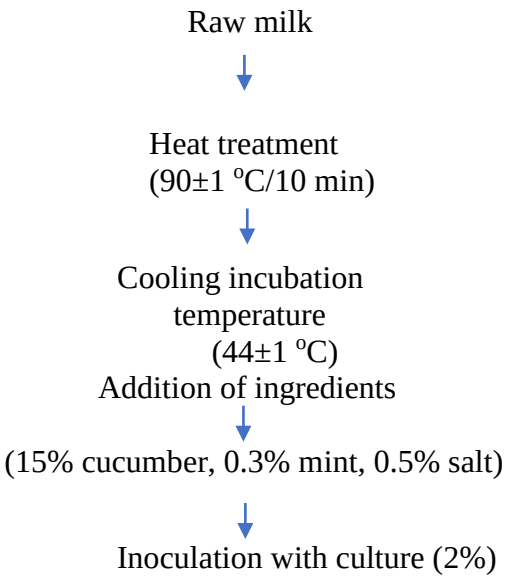
2.2. Starter Culture

The starter culture was obtained from Peyma-Chr. Hansen (YC-350 Thermophilic yoghurt culture, Istanbul, Turkey).

Reconstituted skim milk was prepared at a ratio of 2 g dry matter/100 g and was heated at 121 ^{o}C for 3 min. The starter culture was propagated in skim milk (inoculum level, 2 wt %) and incubated for 3 h at 43 ^{o}C.

2.3. Cacık production

Cacık were made from pasteurized milk using the thermophilic starter culture. Each trial was repeated two times at different days. Milk was heated at 90 ^{o}C for 10 min and cooled to 45 ^{o}C. 15% cucumber, 0.3% spearmint, 0.5% salt and 2% starter culture were added. And then the divided into six equal portions. The garlic was then added at 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 g 100/ml milk, respectively, the sixth batch being devoid of garlic. Cups were incubated at 44±1 °C to reach the pH 4.65±0.5 and then immediately cooled down to 15±2 °C and storage +4 ^{o}C. Schematic productions of experimental cacık are shown in Fig 1.



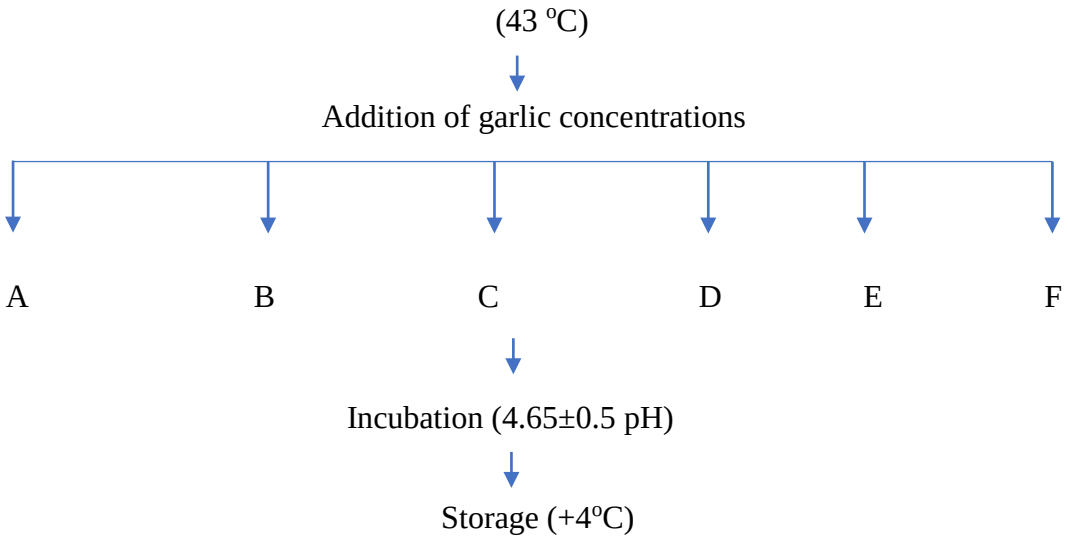


Fig 1. Ready to eat cacık production
(A: 0% garlic; B: 0.2% garlic; C: 0.4% garlic; D: 0.6% garlic; E: 0.8% garlic and F: 1% garlic)

2.4.Monitoring and Modeling of Changes in pH

The pH was monitored via a combined electrode pH meter (Consort C931, Brussels, Belgium). The pH meter was calibrated at 44 °C. After the addition of cucumber, mint, salt and garlic into the milk and stirring, the initial pH of cacık milk was measured (at time 0). The initial pH of milk was changed according to ingredients and days. The pH of cacık was observed until 4.6 by 20-min intervals. There were two main stages in the production of ready to eat cacık according to the pH change: fermentation and coagulum.

The change of pH in cacık fermentation phase was nonlinear with time. Therefore, to calculate the rate constant, the pH data was transformed to a logarithmic form (a fraction conversion model, Levenspiel, 1972) as follows:

$$\log[(pHi - pHt) (pHi - pHf)]$$

where pHi is the initial pH at time 0, pHt is the pH at given time and pHf is the final pH at cacık production, which is 5.7. The change of pH with time was linear at the last phase (coagulum phase) and therefore, linear regression was applied to evaluate the rate constant.

3. STATISTICAL ANALYSIS

General linear model procedure was used to determine the significance of varied samples on pH change kinetics and times during Cacık production. Tukey's Studentized range test (honestly significant difference) was used to differentiate between samples (Snedecor and Cochran 1989). The SPSS version 16 was used to carry out the statistical analysis. Statistical significance for differences was determined at 5% probability level.

4. RESULTS AND DISCUSSION

pH changes in ready to use cacık production are displayed in Fig. 2. The figure shows the pH change for fermentation and coagulum phases. In according to Fig. 2, although the pH decreased logarithmically, nonlinearly, with time in the first period, linear reduction with time was observed in pH following phase.

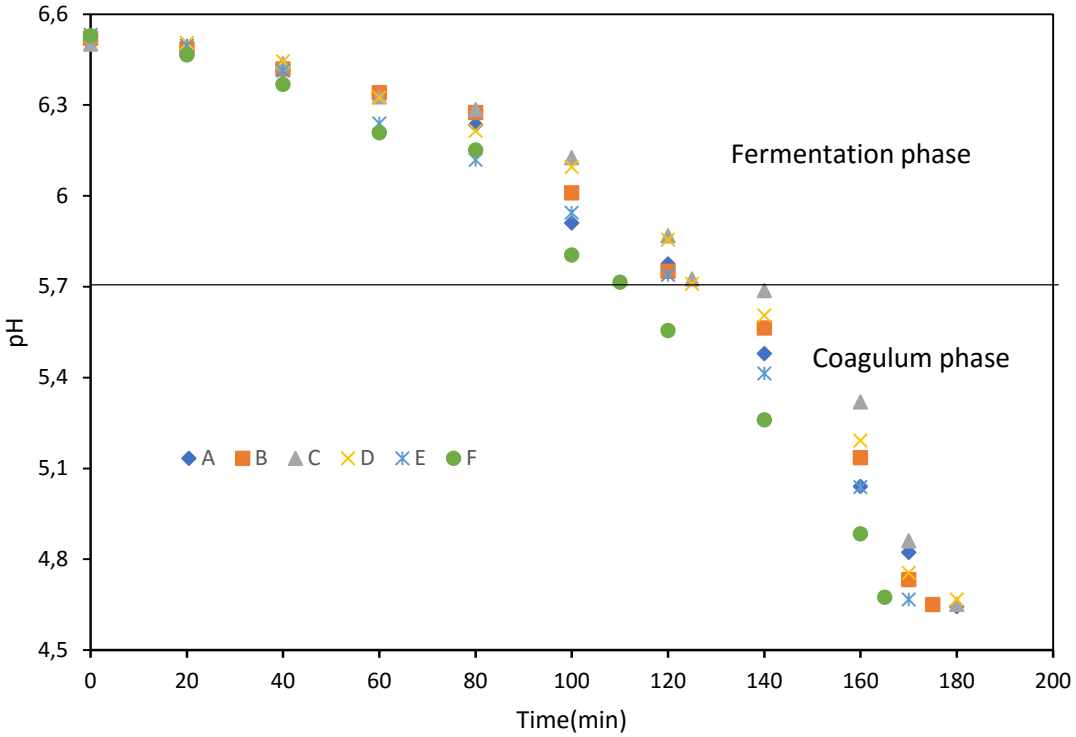


Fig 2. Curves of pH change during ready to use cacık production
(A: 0% garlic; B: 0.2% garlic; C: 0.4% garlic; D: 0.6% garlic; E: 0.8% garlic and F: 1% garlic)

The semilogarithmic rate plot for pH change during the fermentation phase is shown in Fig 3. The rate constants (1/min), R^2 and Tukey grouping of fermentation stage are predicated in Table 1. Rate constant (k) value changed between $11.762x10^{-3}$/min and $15.353x10^{-3}$/min during fermentation stage. The highest rate of pH change was determined in the addition of 0.2% crushed garlic, followed by 0%, 0.6% and 0.4% and then 0.8%and 1% ones during fermentation. In the production of cacık, fermentation phase is carried out between pH 6.6 and 5.7.

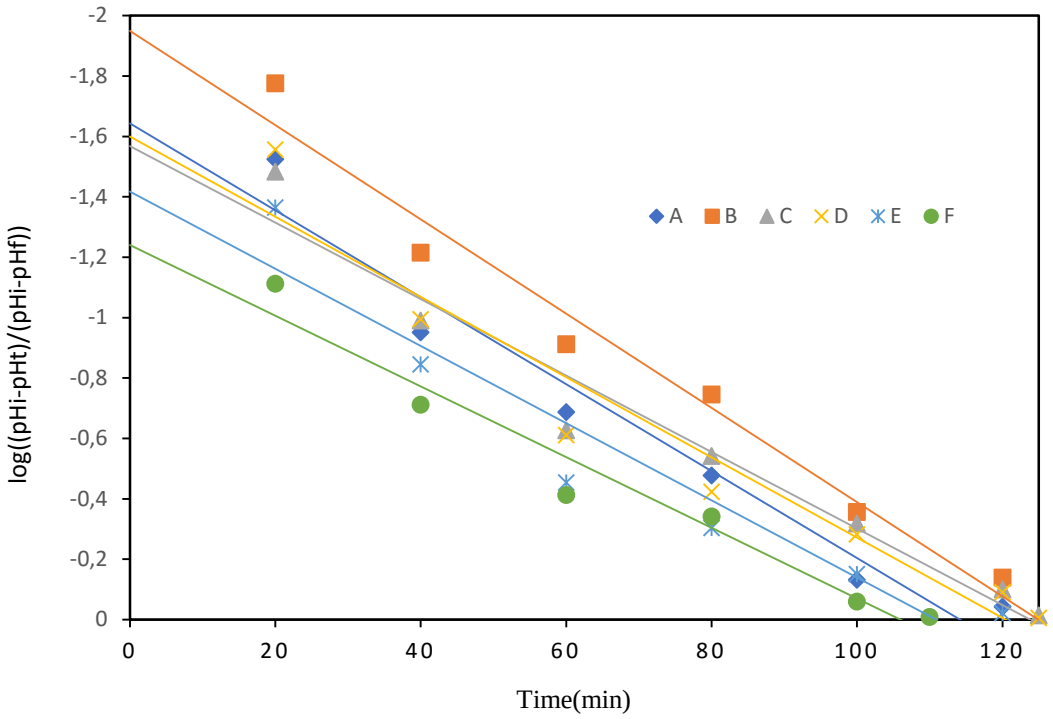


Fig 3. Semilogarithmic plot of pH change for fermentation phase of ready to use cacık
(A: 0% garlic; B: 0.2% garlic; C: 0.4% garlic; D: 0.6% garlic; E: 0.8% garlic and F: 1% garlic)

Table 1. Tukey grouping of ready to eat cacık for rate of change of pH during fermentation stage

Codes	Rate constant (min)*	R^2	Tukey grouping
0	$14.16x10^{-3}±3.34x10^{-4}$	0.95	C
0.2	$15.35x10^{-3}±3.52x10^{-4}$	0.97	D
0.4	$12.83x10^{-3}±2.36x10^{-4}$	0.96	AB
0.6	$13.09x10^{-3}±2.76x10^{-4}$	0.94	BC
0.8	$12.52x10^{-3}±3.73x10^{-4}$	0.91	AB
1	$11.76x10^{-3}±0.83x10^{-4}$	0.96	A

*The rate constants were given as mean± standard error.
Different letters indicate statistical differences within the garlic concentration at coagulum stage (P <0.05).

pH change kinetics during the coagulum phase in Figure 4. The rate constants (1/min), R^2 and Tukey grouping of coagulum phase are shown in Table 2. Rate constant value changed between $17.70x10^{-3}$/min and $19.30x10^{-3}$/min during coagulum stage (Table 2). The pH change characteristics of cacık made without garlic were similar to the cacık made with garlic during coagulum phase (P>0.05). During coagulum of cacık, many of the physicochemical properties of casein micelles undergo a significant change in the pH range from 5.7 to 5.0 (Roefs et al., 1985; Walstra, 1990). Calcium and phosphate slowly separate from the casein complex and become soluble and the casein starts to coagulum phase. Casein bound salts are released at pH 4.6-4.7 and electrons in molecules are equalized at isoelectric point.

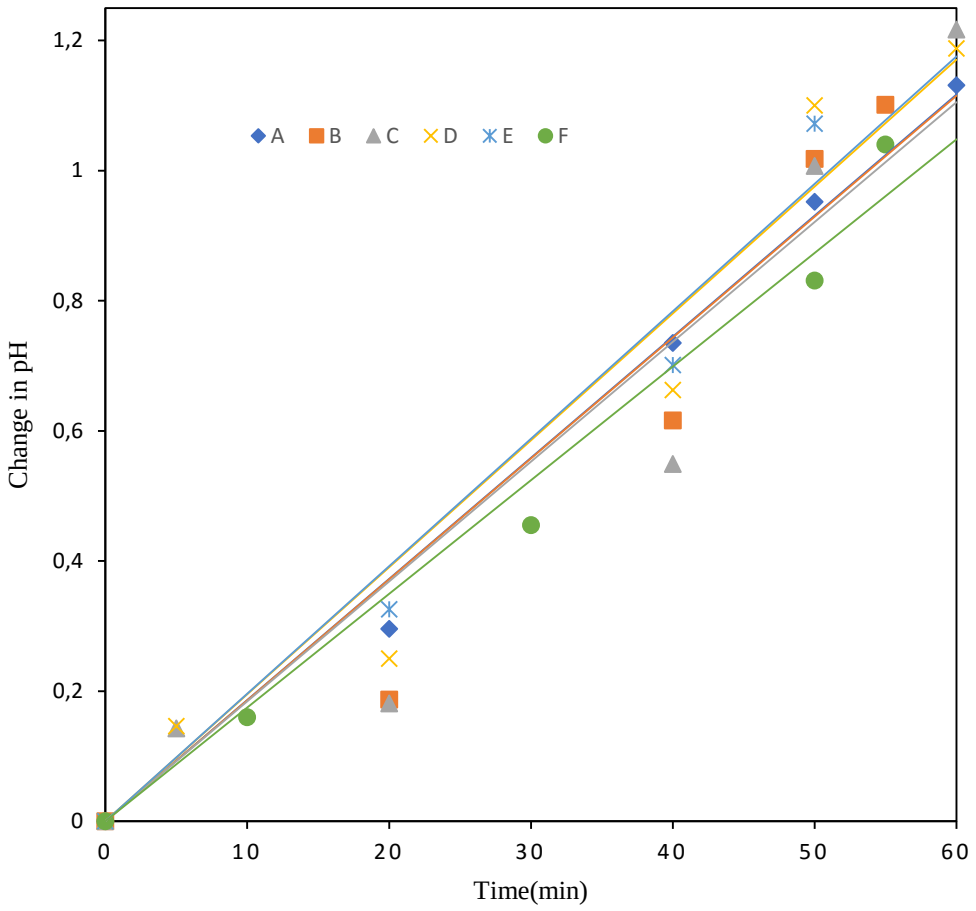


Figure 4. Coagulum phase of ready to eat cacık
(A: 0% garlic; B: 0.2% garlic; C: 0.4% garlic; D: 0.6% garlic; E: 0.8% garlic and F: 1% garlic)

Table 2. Tukey grouping of ready to eat cacık for rate of change of pH during coagulum stage

Codes	Rate Constant(min)*	R^2	Tukey grouping
0	$18.27x10^{-3}±4.83x10^{-4}$	0.99	A
0.2	$18.40x10^{-3}±4.83x10^{-4}$	0.93	A
0.4	$18.21x10^{-3}±2.98x10^{-4}$	0.93	A
0.6	$18.81x10^{-3}±9.90x10^{-4}$	0.96	A
0.8	$19.30x10^{-3}±4.09x10^{-4}$	0.97	A
1	$17.70x10^{-3}±3.26x10^{-4}$	0.98	A

*The rate constants were given as mean± standard error.
Different letters indicate statistical differences within the garlic concentration at coagulum stage (P <0.05).

pH change times during fermentation, coagulum and total time are shown in Table 3. The fermentation, coagulum and total cacık production times of %1 garlic added cacık were lower than without garlic. However, these differences were not statistically significant (p>0.05).

Table 3. Tukey grouping for pH change times during various stages of ready to eat cacık production

Codes	Fermentation time(min)	Coagulum time(min)	Total time(min)
0	123±4.24^{A}	63±4.24^{A}	186±8.49^{A}
0.2	122.5±3.54^{A}	58±4.24^{A}	180.5±7.78^{A}
0.4	123±2.83^{A}	62.5±3.54^{A}	172.5±3.54^{A}
0.6	127±2.83^{A}	57.5±3.54^{A}	184.5±6.36^{A}
0.8	122.5±3.54^{A}	53±4.24^{A}	175.5±7.78^{A}
1	113.5±4.95^{A}	53.5±2.12^{A}	167±2.83^{A}

5.CONCLUSIONS

The results of this study showed that the pH kinetic behavior was nonlinear at the fermentation stage. On the contrary, it was linear coagulum stages during ready to use cacık production. Coagulum stage time were faster than the fermentation phase. Addition of crushed garlic higher than 0.6% retarded the rate of change in pH during fermentation phase. The fermentation, coagulum and total cacık production times were not influenced by garlic concentrations.

6.KAYNAKLAR

1. Altuntaş, S. and Korukluoglu, M. (2019). The impact of different commercial probiotic cultures with starters on technological, physicochemical and sensorial properties of a traditional yogurt-based appetizer "Cacık. *Mljekarstvo* 69 (3), 193-205p.
2. Dorant, E., van den Brandt, P.A., Goldbohm, R.A., Hermus, R.J., Sturmans, F.,(1993). Garlic and its significance for the prevention of cancer in humans: a critical view. Br. J. Cancer, 67: 424-429p.
3. Lee, W.J. and Lucey, J.A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 23, No. 9: 1127 – 1136p.
4. Levenspiel, O., (1972). Chemical Reaction Engineering, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., Singapore, 578p.
5. Milner, J.A., (1996). Garlic: Its anticarcinogenic and antitumorigenic properties Nutrition Reviews, 54 (1996), 82-86p.
6. Nuutila, A.M., Puupponen-Pimiä, R., Aarni, M., Oksman-Caldentey, K.M. (2003). Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. Food Chem., 81: 485-493p.
7. Rasic & Kurmann, (1978). Rasic, J. J., & Kurmann, J. A. (1978). Fermented fresh milk products. *Vol. I. Yoghurt. Scientific grounds, technology, manufacture and preparations*. Denmark: Technical Dairy Publishing House, 466p.

8. Roefs, S.P.F.M., T. van Vliet, J.C.M. van den Bijgaart, A.E.A. de Groot-Mostert (1985) and Walstra, P. (1990). Structure of casein gelsmade by combined acidification and rennet action. Neth. MilkDairy J. 44:159–188p.
9. Snedecor, G.W. and Cochran W.G. (1989). *Statistical Methods*, 8th Ed., Iowa State University Press, Ames, IA., 503p.
10. Tsiraki, M.I., Savvaidis, I.N. (2014): Citrus extract or natamycin treatments on tzatziki- a traditional Greek salad. *Food chemistry* 142, 416-422p.
11. Yünlü, S. (2011). Soğan (Allium cepa) ve Sarımsaktaki (Allium sativum) bazı fenolik bileşiklerin HPLC yöntemiyle tayin edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

SARIMSAK KONSANTRASYONUNUN CACIĞIN RENK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF GARLIC CONCENTRATION ON COLOR AND SENSORY CHARACTERISTICS OF CACIK

Mehmet Şükrü KARAKUŞ
Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

A.Ferit ATASOY*
Prof. Dr., Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Cacık yoğurt içerisine doğranmış salatalık, ezilmiş sarımsak, nane ve tuz eklendikten sonra karıştırılarak elde edilen bir üründür. Yoğurda malzemeler ilave edilip karıştırıldıktan sonra cacık üretilmesine rağmen; bu çalışmada cacık, süte ısıl işlem uygulanıp inkübasyon sıcaklığına soğutulduktan sonra, doğranmış salatalık, ezilmiş sarımsak, tuz ve nane eklenmiş ve yoğurt kültürü ile inokülasyonu sonucu üretilmiştir. Bu araştırmada, sarımsak konsantrasyonunun cacığın renk ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, %15 salatalık, %0.5 tuz, %0.3 nane ve %0, %0.2, %0.4, %0.6, %0.8 ve %1 oranında sarımsak ilave edilerek 6 farklı cacık üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim sonunda cacık örneklerinde renk analizleri (L*, a* ve b*) ve duyusal değerlendirmeler (renk görünüş, tat aroma, kıvam, koku, genel kabul edilebilirlik ve toplam puan) yapılmıştır. L*, a* ve b* renk değerleri sırasıyla 77.175-80.3,-0.53- -0.89 ve 7.985-9.6 arasında bulunmuştur. En yüksek L* renk değeri sarımsaksız örnekte bulunmuş ve %1 sarımsak ilavesinin cacığın L* renk değerini azalttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). %0.4 sarımsak ilaveli örneğin a* değeri en yüksek, %0.2 sarımsak ilaveli örneğin ise en düşük olduğu bulunmuştur. En yüksek b* renk değeri %0.6 sarımsak ilaveli cacık örneğinde, en düşük ise %0.2 sarımsak ilaveli cacık örneğinde tespit edilmiştir. Yapılan duyusal değerlendirmelerde; %0.6 ve %0.8 sarımsak ilaveli örneklerin renk görünüş puanlarının sarımsaksız örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek tat aroma puanının %0.6 sarımsak ilaveli cacık örneğinde, en düşük ise sarımsaksız ve %1 sarımsak ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Sarımsak ilavesinin koku değerleri üzerinde etkisi önemli olmasına rağmen ($p<0.05$), kıvam puanları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ayrıca, koku puanlarının %0.4 ile %0.6 sarımsak ilaveli örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Duyusal ve renk değerlerine göre, cacık üretiminde %0.4 ile %0.6 oranında sarımsak ilavesinin uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cacık, sarımsak, duyusal özellikler

ABSTRACT

Cacık is a product made by adding the diced cucumber, crushed garlic, mint and salt into the yogurt. The cacık is produced after adding and mixing the ingredients in the yogurt. However, in this study, cacık is produced by adding diced cucumber, crushed garlic, mint and salt into a heat-treated milk and inoculated with yoghurt culture. The objective of this study was to investigate the effect of garlic concentration on color and sensory properties of the cacık. For

this purpose, cacık is produced by adding 15%diced cucumber, 0.3% mint, 0.5% salt crushed and 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1% garlic, into a heat-treated milk and inoculated with yoghurt culture. At the end of the production, color analyzes (L *, a * and b *) and sensory evaluations (color appearance, taste aroma, consistency, odor, general acceptability and total score) were performed. L *, a * and b * color values were found between 77.175-80.3, -0.53--0.89 and 7.985-9.6, respectively. The highest L* color value was found in the garlic-free sample and 1% garlic addition determined to reduce the L* value ($p < 0.05$). The 0.4% garlic added sample had the highest a * value and the 0.2% garlic added sample had the lowest value. The highest and the lowest b*values were found in the 0.6% and 0.2% garlic added samples, respectively. In sensory evaluations, the color appearance scores of the samples with 0.6% and 0.8% garlic added samples were higher than those without garlic ($p<0.05$). The highest taste aroma score was found in with 0.6% garlic added sample of cacık, while the lowest was found in with 0% and 1% garlic added samples. Although the effect of garlic addition on smell values was significant ($p<0.05$), the effect on consistency scores was found to be insignificant ($p>0.05$). In addition, odor scores were determined to be higher in samples with 0.4% to 0.6% garlic addition. According to the sensory and color values, it was concluded that the addition of garlic by 0.4% to 0.6% was appropriate in the production of cacık.
Keywords: Cacık, garlic, sensory properties

1. GİRİŞ

Cacık, doğranmış salatalık, ezilmiş sarımsak, tuz ve nane ilave edilerek elde edilen geleneksel bir üründür. Genellikle ana yemeğin yanında servis edilen cacık bir meze çeşididir (Altuntaş ve Korukluoğlu, 2019). Cacık üretiminde sarımsak kullanımı lezzeti arttırmaktadır.

Sarımsak, keskin kokusu, iştah açıcı özelliği ve yakıcı lezzeti nedeniyle, başta etliler olmak üzere pek çok yiyeceğin içerisinde yer almakta ve bunlara çeşni vermektedir (Baytop, 1999). Sarımsak içerisinde 200'den fazla kimyasal bileşik bulunmakta ve bunların en önemlilerinden bazıları kükürt ihtiva eden bileşiklerden (alicin, alliin ve ajoene) oluşan uçucu yağlar, enzimler (alinaz, peroksidaz ve mirasinaz), karbonhidratlar (sakaroz, glikoz), mineraller, aminoasitler, A, B1, B2, Niasin ve C vitamini içermektedir. Sarımsağa keskin kokusunu veren allil sülfit, kükürtlü ve eterli yağlardan oluşmaktadır (Kütevin ve Türkeş, 1987). Tıbbi özellikleri yüzyıllardır bilinen sarımsak, çiğ olarak tüketilmekte ve birçok gıdanın içerisinde aroma ve lezzet bileşeni olarak yer almaktadır (Akan, 2004).

Gıdaların sahip olduğu duyusal özellikler, tüketicinin ürünü tercih etmesinde ve gıdanın kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Sanchez-Monge ve ark., 1992). Tüketiciler gıdaları renk, tat aroma, hoşa giden koku gibi özelliklerinden dolayı tercih etmektedirler (Lawrence, 2009). Bir gıda ile ilgili ilk izlenim görseldir ve gıdanın tercih edilmesi onun renginin kabul veya ret edilmesine bağlıdır. Duyusal değerlendirmeler için uygun kalite parametrelerinin (görünüş, koku, tat aroma, tekstür ve renk gibi) ve puanlama sistemlerinin belirlenmesi gerekir (Olafsdottir ve ark., 1997).

Bu araştırmada sarımsak konsantrasyonunun tüketime hazır cacığın renk ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

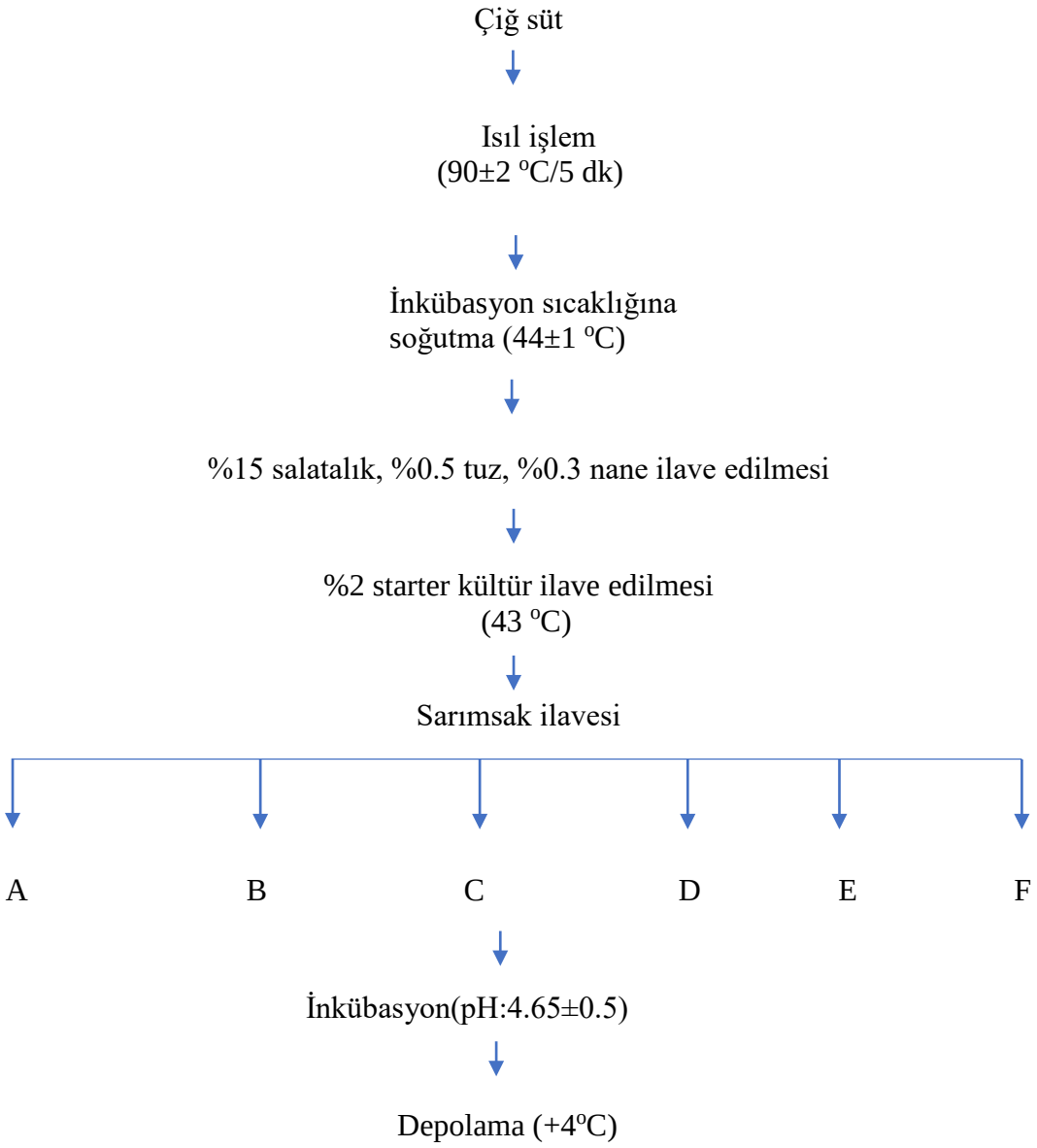
2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1.Materyal

Bu çalışmada, cacık üretimi için çiğ süt, salatalık, kuru nane, sarımsak ve tuz yerel bir marketten temin edilmiştir. Starter kültür olarak Chr. Hansen (Peyma-Hansen, Türkiye) firmasından temin edilen termofilik yoğurt kültürü (YC-350) kullanılmıştır.

2.2.Cacık Üretimi

Çiğ süte 90±2 ºC'de 5 dakika süre ile ısıl işlem uygulandıktan sonra 45 ºC'ye soğutulan sütlere %15 salatalık, %0.5 tuz, %0.3 nane ve %0, %0.2, %0.4, %0.6, %0.8 ve %1 oranında sarımsak ilave edilerek 6 farklı cacık üretimi gerçekleştirilmiştir. Paketleme işleminden sonra örnekler pH 4.65±0.5'e gelinceye kadar 44±1 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda örnekler soğutulup +4 ºC'de bir gün bekletildikten sonra cacık örneklerinde renk analizleri (L*, a* ve b*) ve duyusal değerlendirmeler (renk görünüş, tat aroma, kıvam, koku, genel kabul edilebilirlik ve toplam puan) yapılmıştır. Yemeye hazır cacık üretim akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir. Çalışma 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 1. Yemeye hazır cacık üretim akış şeması

(A: %0 sarımsak; B: %0.2 sarımsak; C: %0.4 sarımsak; D: %0.6 sarımsak; E: %0.8 sarımsak ve F: %1 sarımsak ilaveli cacık)

3. CACIK ANALİZLERİ

3.1.Renk Analizleri

Hunter Lab cihazı (Colour Quest XE, UK) kullanılarak cacık örneklerinin L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir.

3.2.Duyusal Değerlendirme

Tüketime hazır cacık örneklerinin duyusal değerlendirmesi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan 10 kişilik panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler her bir ürünü renk-görünüş, tat-aroma, kıvam, koku ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine göre 10 puanlık skala üzerinden değerlendirmişlerdir.

3.3.İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler; SPSS 16.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Cacık örneklerine ait renk değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler en yüksek L* renk değeri sarımsaksız örnekte bulunmuş ve %1 sarımsak ilavesinin cacığın L* renk değerini azalttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Bing ve ark. (2005) sarımsak içerisinde yer alan alliinase enziminin meydana getirdiği reaksiyon sonucunda renk üzerinde değişmeler meydana gelebileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Cacık örneklerine ait renk değerleri (L*, a* ve b*)

Örnek	L*	a*	b*
0	80.30 ± 0.01^{e}	-0.68 ± 0.03^{b}	9.12 ± 0.05^{b}
0.2	78.39 ± 0.06^{c}	-0.89 ± 0.04^{a}	7.99 ± 0.06^{a}
0.4	77.50 ± 0.05^{b}	-0.53 ± 0.03^{c}	9.43 ± 0.05^{c}
0.6	78.65 ± 0.06^{c}	-0.63 ± 0.04^{bc}	9.60 ± 0.04^{c}
0.8	79.58 ± 0.05^{d}	-0.57 ± 0.03^{bc}	9.10 ± 0.04^{b}
1	77.18 ± 0.08^{a}	-0.83 ± 0.04^{a}	9.20 ± 0.03^{b}

a* değeri %0.4 sarımsak ilaveli örnekte en yüksek, %0.2 sarımsak ilaveli örnekte ise en düşük bulunmuştur. a* değerinin negatif çıkması ilave edilen salatalık, nane veya sarımsak konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek b* renk değeri %0.6 sarımsak ilaveli cacık örneğinde, en düşük ise %0.2 sarımsak ilaveli cacık örneğinde tespit

edilmiştir. Şişman (2009) salatalık ve sarımsak ilaveli süzme yoğurt üzerine yaptığı çalışmada L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla 91.79-92.17, -3.24 ile -3.17 ve 8.26-8.96 arasında bulmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçların yapılan çalışmadan farklı olması, ilave edilen sarımsak, salatalık konsantrasyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan duyusal değerlendirmelerde; %0.6 ve %0.8 sarımsak ilaveli örneklerin renk görünüş puanlarının sarımsaksız örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek tat aroma puanının %0.6 sarımsak ilaveli cacık örneğinde, en düşük ise sarımsaksız ve %1 sarımsak ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Sarımsak ilavesinin koku değerleri üzerinde etkisi önemli olmasına rağmen ($p<0.05$), kıvam puanları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ayrıca, koku puanlarının %0.4 ile %0.6 sarımsak ilaveli örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Cacık örneklerine ait duyusal değerlendirme sonuçları

Örnek	Renk görünüş	Tat aroma	Kıvam	Koku	Genel kabul edilebilirlik	Toplam Puan
0	6.3 ± 0.14^{a}	5.0 ± 0.14^{a}	6.1 ± 0.71^{a}	4.7 ± 0.14^{a}	5.0 ± 0.14^{a}	27.05 ± 0.71^{a}
0.2	7.2 ± 0.21^{bc}	5.9 ± 0.14^{b}	6.5 ± 0.14^{ab}	6.0 ± 0.14^{b}	6.4 ± 0.14^{b}	31.95 ± 0.71^{b}
0.4	7.2 ± 0.14^{bc}	7.2 ± 0.71^{c}	7.2 ± 0.28^{c}	7.0 ± 0.14^{c}	6.9 ± 0.14^{bc}	35.45 ± 0.78^{c}
0.6	7.6 ± 0.14^{c}	7.4 ± 0.14^{c}	6.6 ± 0.71^{ab}	6.9 ± 0.14^{c}	7.4 ± 0.14^{c}	35.85 ± 0.50^{c}
0.8	7.6 ± 0.28^{c}	6.9 ± 0.14^{c}	6.9 ± 0.14^{c}	6.3 ± 0.21^{b}	7.1 ± 0.71^{c}	34.70 ± 0.71^{c}
1	6.8 ± 0.14^{ab}	6.2 ± 0.14^{b}	6.1 ± 0.14^{a}	6.0 ± 0.14^{b}	6.4 ± 0.14^{b}	31.50 ± 0.14^{b}

Şişman (2009), süzme yoğurtta yaptığı araştırmada, %0.5 sarımsak ilaveli örneğin renk görünüş, tat aroma, kıvam ve genel kabul edilebilirlik puanının en yüksek değeri aldığını bildirmiştir. Yoğurda sarımsak ilaveli edilerek yapılan bir çalışmada sarımsak ilaveli örneklerin daha çok beğeni aldığı belirtilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2009). Çalışmamızda elde edilen veriler yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

%1 oranında sarımsak ilavesinin cacığın duyusal ve renk özellikleri üzerinde olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca sarımsaksız cacık örneklerinin panelistler tarafından en

düşük değerleri aldığı ve beğenilmediği saptanmıştır. Yapılan duyusal ve renk analizleri sonucunda; tüketime hazır cacık üretiminde %0.4 ile %0.6 arasında sarımsak ilave edilmesinin duyusal özellikler üzerine olumlu etki göstereceği sonucuna varılmıştır. Ancak özellikle sarımsak konsantrasyonun yoğurt bakterileri ve kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akan, S. (2014). "Sarımsak (Allium sativum L.) tüketiminin insan sağlığına yararları." Academic Food Journal/Akademik GIDA, 12(2) 95-100.
2. Altuntaş, S., ve Korukluoglu, M. (2019). The impact of different commercial probiotic cultures with starters on technological, physicochemical and sensorial properties of a traditional yogurt-based appetizer "Cacık. *Mljekarstvo* 69 (3), 193-205p.
3. Baytop T, (1999). Türkiye'de Bitkilerle Tedavi. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, ISBN No: 9754200211.
4. Bing ve ark. (2005). Mechanism of the Greening Color Formation of "Laba" Garlic, a Traditional Homemade Chinese Food Product *J. Agric. Food Chem.*, 53, 18, 7103-7107
5. Kütevin Z, Türkeş T, 1987. Sebzecilik ve Genel Sebze Tarımı Prensipleri ve Pratik Sebzecilik Yöntemleri. İnkilap Kitabevi, Ankara cad: 95, İstanbul.
6. Lawrence, G., Salles, C., Septier, C., Busch, J., Thomas-Danguin, T., 2009. Smell–taste interactions: A way to enhance saltiness in low-salt content solutions. Food, Quality and Preference, 20: 241-248p.
7. Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschlager, J., et al. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry, Trends in Food Science & Technology, 8(8): 258-265.
8. Sanchez-Monge, R., Gómez, L., Barber, D., Lopez-Otin, C., Armentia, A., Salcedo, G., 1992, Wheat and barley allergens associated with baker's asthma glycosylated subunits of the alpha-amylase-inhibitor family have enhanced IgE-binding capacity. Biochem J., 281: 401-405.
9. Şişman, E.İ. (2009). Sürülebilir aromalandırılmış süzme yoğurt üretimi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

YEŞİL LOJİSTİK ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI

Cansu Kayan
Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Şanlıurfa/Türkiye
Fatma Mina Öztop
Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Şanlıurfa/Türkiye
Mehmet Miman
Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Şanlıurfa/Türkiye

ÖZET

Günümüzde işletmelerin maliyet unsurlarını azaltıp, karlarını yükseltme amaçları kadar çevre dostu yeşil uygulamalarda bulunmaları da onların sosyal sorumluluk ve müşteri tercihleri açısından vazgeçilmez amaçlarından birini oluşturmaktadır. İklimsel değişimler ve dünyanın sınırlı kaynakları yeşil lojistik uygulamalarının önemini daha da artırmaktadır. Bu çalışma ile Türkiye'de yeşil lojistik üzerine gerçekleştirilmiş güncel çalışmalar , bu çalışmaların yıllara göre dağılımı, ve burada kullanılan yöntemler kapsamlı bir literatür araması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Çalışma yeşil lojistikle ilgili anahtar kelimelerle doaj, dergipark ve YÖK tez bankası veri tabanlarında arama yapılarak gerçekleştirilen çalışma sayılarına da yer vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil lojistik, Uygulamalar, Veri tabanları, Literatür taraması, Tersine lojistik.

A LITERATURE SEARCH ON GREEN LOGISTICS

ABSTRACT

Nowadays, it is one of the indispensable uncles of the companies in terms of social responsibility and customer preferences in order to reduce the cost elements and to make green environment friendly practices as well as to increase profits. Climatic changes and the limited resources of the world increase the importance of green logistics applications. This study was conducted recent studies on green logistics in Turkey the distribution to the years of this study, and the methods used here are realized in the form of a comprehensive literature search. The study also includes keywords related to green logistics and the number of studies carried out by searching databases of doaj, journal, ulakbim and YÖK thesis bank.

Keywords: Green logistics, Applications, Databases, Literature review, Reverse logistics.

1.GİRİŞ

Son zamanlarda, işletmelerin rekabeti, ortaya çıkardıkları mal veya hizmetler arasında olduğu gibi gerçekleştirdikleri lojistik stratejileri ile de ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, ürünün geliştirmesi ve üretimi ,dağıtım stratejilerinin çevreye ve insanlığa duyarlı bir biçimde gerçekleştirilmesini amaçlayan yeşil lojistik, işletmelerin rekabetinde avantaj sağlayabilecek önemli konulardan birisi olarak gündeme gelmiştir. Günümüzde ortaya çıkan şiddetli rekabet neticesinde çevreci olarak görev yapan sivil toplum kuruluşlarının baskıları, hedef kitlenin yeşil ürünlere ve yeşil süreçlere tercihlerinin artması, firmaların lojistik ile ilgili stratejilerini yeniden düzenlenmesine sebep olmuştur. Burada sağlanmak istenen fayda işletmelerin sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir gelişme ve faaliyetleri açısından daha az enerjiyi ve hammaddeyi kullanmak ; bunun yanı sıra üretilen ürünler , hizmetler ve üretim süreçleri açısından da daha az atık madde oluşturmayı sağlayacak üretim ve dağıtım stratejileri oluşturmaktır. Dolayısıyla şu anda çevresel kirliliği kontrol stratejileri yerine, çevresel kirliliği önleme amaçlı stratejiler kullanılmak istenmektedir.

Bu çalışmada ise ; literatürde yer alan yeşil lojistik uygulamaları irdelenerek, yeşil lojistiğin sektör üzerinde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Son zamanlarda oldukça popüler olan yeşil lojistik uygulamalarının işletmelerde performansı arttırıp arttırmadığı veya ek maliyetler

getirip getirmediği ile ilgili endişe eden işletme yöneticileri içinde önemli bir bilgi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yeşil lojistik uygulamaları ile ilgili araştırma ve çalışma yapan kişiler için de faydalı bir kaynak olacaktır. Bu amaçla, 2015-2019 yılları arasında yeşil lojistik konusunda yayınlanan makaleler incelenmiştir. Bu makaleler; Doaj, Dergipark, Yök Tez veri tabanlarında Yeşil lojistik, Uygulamalar, Veri tabanları, Literatür taraması, Tersine lojistik anahtar kelimeleri kullanılarak tespit edilmiştir.

Araştırmanın diğer bölümlerindeki kurguda şu şekildedir. 2. Bölümde yeşil lojistik faaliyetlerinden kısaca bahsedilmiş, 3. Bölümde yeşil lojistik ile ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir. Son olarak ise 4. Bölümde de sonuç ve öneriler anlatılmıştır.

2.YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARI

2.1.Yeşil Satın Alma

Yeşil satın alma , yeşil lojistik içerisindeki en önemli faaliyetlerden birisidir(Zhu vd., 2007). Yeşil satın alma uygulanırken, geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir veya geri dönüşümü yeni yapılmış malzemeler satın alınır (Min ve Galle, 2001; Sarkis, 2003).Yeşil satın alma planlanırken satın alınmak istenilen ham madde, yarı mamul, bitmiş ürünün çevresel tasarım özelliklerinin olması veya bu özelliklerinin iyi belirlenmesine dikkat edilmelidir.

2.2.Yeşil Üretim ve Malzeme Yönetimi

Yeşil üretim, dünyayı kirletmeyip doğal kaynakları tüketmeyen veya geri dönüştürebilen muhafaza edilebilen üretimdir (Shamdasani vd., 1993).Yeniden üretimin yapılması ile hammaddeden yeni ürün elde edilmesini karşılaştıracak olursak, yeniden üretim yapmanın enerji tasarrufuna fayda sağladığı, sonucunda ortaya çıkan atık oranlarının azaltıldığı ve üretim maliyetlerinin de ciddi anlamda düştüğü gözlenmektedir.

2.3.Yeşil Dağıtım ve Pazarlama

Yeşil dağıtım ve pazarlama, yapılan faaliyetlerinin çevreye en az zarar verecek biçimde uygulanmasıdır (Jain ve Kaur, 2004). İşletmeler, yeşil dağıtım ve pazarlama faaliyetleri neticesinde ortaya çıkan imaj ve sosyal sorumluluk ile ürünlerini yüksek bir fiyattan satma fırsatı elde etmektedirler. Ortaya çıkan bu durum da işletmelerin yeşil dağıtım ve pazarlama

harcamalarına önem vermelerine ve bunu artırmak için de hangi sebeple bu kadar istekli olduklarını ortaya koymaktadır. Yeşil dağıtım, enerji ve hammadde kullanımının minimuma indirmenin yanı sıra atıklar ve çevre kirliliği ile ilgili faktörleri de içine almaktadır.

2.4.Tersine Lojistik

Tersine lojistik, atık madde, kutu, şişe, kâğıt vb. gibi malzemelerin geri dönüştürülmesi, yok edilmesi, yakılması, yeniden üretime kazandırılması gibi faaliyetlerdir. Ayrıca iade edilen veya defolu ürünlerin yeniden satılmasıda tersine lojistik kapsamına girer. (Carter ve Ellram, 1998).

3.YEŞİL LOJİSTİK LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Süt vd.(2019) yaptığı bu çalışmada, yeşil ulaşım ele alınmış ve kampüs içi ulaşımda çevre dostu araçların kullanımı önerilmiştir. Farklı özellikleri açısından ön plana çıkan üç farklı yakıtlı araç arasından Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve TOPSIS yöntemleri ile bir seçim yapılmıştır.

Akandere (2019) yaptığı bu çalışmada, depo, depolama ve dağıtım yönetimi yönünden sürdürülebilirlik prensiplerini konu edinmiştir. GWM uygulamalarını ve iş performansını, Türkiye içindeki lojistik işletmelerin ampirik bir analizi araştırılmıştır.

Belgin (2019) yaptığı bu çalışmada, iki aşamalı rotalama problemi için çevresel etkileri dikkate alarak bir amaç fonksiyonuna sahip iki aşamalı yeşil araç rotalama problemi çözülmüştür. Amaç fonksiyonu, taşıma mesafesi ve taşınan yükün büyüklüğünü minimize etmektedir.

Coşkun ve Bozyiğit (2019) yaptığı bu çalışmada Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi'nin, kimya sektöründe çalışan firmalarda nasıl uygulandığını ortaya koymaktadır.

Uyar (2019) yaptığı bu çalışmada, tüketicilerin yeşil ürünlere yaklaşımlarını, bunun satın alma üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Yılmaz ve Bilgin (2019) yaptığı bu çalışmada, bozulabilir ürünün, bir fabrikada üretimi ve fabrikadan birden fazla dağıtım merkezine bir çok araç ile dağıtımı, aynı zamanda iade edilen ürünlerin geri toplanarak yeniden işleme merkezine satılmasını birlikte inceleyen çok kademeli bir tedarik zinciri ağı oluşturulmuştur.

Aydoğan ve Dinar (2019) yaptığı bu çalışmada, yeşil pazarlama faaliyetlerinden olan yeşil reklamın ve çevre bilincinin, yeşil ürün satın alma faaliyeti üzerinde etkili olup olmadığı incelenmiştir.

Kısa ve Ayçin (2019) yaptığı bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Sonucunda da OECD ülkelerinin lojistik performansları değerlendirilmiştir.

Çınar ve Uygun (2019) yaptığı bu çalışmada, belirsizlik ortamında tedarikçilerin yeşil tedarik zinciri uygulamaları ile olan ilişkisini ortaya koymak , uygulamaları bakımından en uygun tedarikçiyi seçebilmektir.

Candan (2019) yaptığı bu çalışmada, OECD üyesi olan 10 ülke için lojistik üzerine performans değerlendirmesi yapılmıştır.

Engin ve Paksoy (2019) yaptığı bu çalışma, dağıtım noktaları , perakendecilerdeki stok tutma ile talebi doğru zamanda karşılamak arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Stok tutma maliyetleri ile ve karbon emisyonları arasında ilişki incelenmiştir.

Korucuk (2018) yaptığı bu çalışmada, Ankara sınırları içinde yer alan 31 farklı özel hastaneler, devlet hastaneleri ve üniversite hastanelerindeyapılan yeşil lojistik uygulamalarının, hastane işletmelerindeki rekabet etme yeteneği ile hastane performansı arasında olan etkisi incelenmiştir

Koç ve Özceylan (2018) yaptığı bu literatür taramasında, yeşil araç rotalama problemleri incelenip, daha sonrasında ise E-ARP üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Üstünbaş (2018) yaptığı bu çalışmada, doğal kaynakların kısıtlı olması ve geçmişte bu kaynakların bilinçsizce kullanılması sebebiyle günümüzde “yeşil lojistik” kavramının önem kazanması incelenmiştir.

Candan(2018) yaptığı bu çalışmada, bulanık DEMATEL Metodu ile ilaç sektöründeki ters lojistik faaliyetleri incelenmiş ve etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Korucuk ve Mert (2018) yaptığı bu çalışmada, Posta ve Telgraf Organizasyonunun yeşil lojistik uygulamalarındaki uygulama seviyesini inceler

Kelleci(2018) yaptığı bu çalışmada, lojistik ve ters lojistik faaliyetleri ve süreçleri incelenmiştir.

Keskin (2018) yaptığı bu çalışmada, lojistiğin şirketlerin eylemlerinin büyük bir parçası olduğu ve lojistikte uygulanan yöntemlere daha fazla odaklanılması gerektiği incelenmiştir.

Çolak ve boyacı (2018) yaptığı bu çalışmada, bulanık analitik hiyerarşi prosesi (AHP) metoduna dayalı bir ÇKKV modeli ile otomotiv sektöründe faaliyet gösteren üreticilerin yeşil performansları incelenmiştir.

Yangınlar ve Sarı (2017) yaptığı bu çalışmada, sağlık işletmelerinde yeşil lojistik faaliyetleri araştırılmıştır.Sağlık işletmelerini yeşil lojistik uygulamalarına zorlayan sebepler incelenmiştir.

Akandere ve Zerenler (2017) yaptığı bu çalışmada, yeşil yıldızlı oteller incelenmiştir.

Uygun vd. (2017) yaptığı bu çalışmada, işletmeleri yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından değerlendirmişlerdir.

Çatay ve Keskin (2017) yaptığı bu çalışmada, tek tip ve çok tipli kısmi şarjlı ZP-EARP incelenmektedir.

Şişman (2016) yaptığı çalışmanın amacı belirsizlik ortamında nominal grup tekniği ve bulanık MOORA yöntemi ile yeşil tedarikçi geliştirme programlarını değerlendirmektir.

Gültaş ve Yücel (2015) bu çalışma kapsamında; Malatya Büyükşehir Belediyesi tarafından kullanılan trambüs taşıtları incelenmiştir ve artı ve eksi yönleri ele alınarak literatür taraması yapılıp, teorik bilgilere de yer verilmiştir.

Beken (2016) yaptığı bu çalışmada, yeşil lojistik kavramının; büyüme ve sürdürülebilirlik olgusu ile olan ilişkisini incelemiştir. Bunun da rekabet edebilirlik ve verimlilik üzerindeki etkisine yer verilmeye çalışılmıştır

Güleç (2016) yaptığı bu çalışmada yeşil pazarlama konusu dış ticaret unsurları açısından ele alınmış, Türkiye ve yurt dışında faaliyet gösteren Logo Yazılım şirketinin yeşil pazarlama uygulamaları üzerine bir araştırma yapılmıştır.

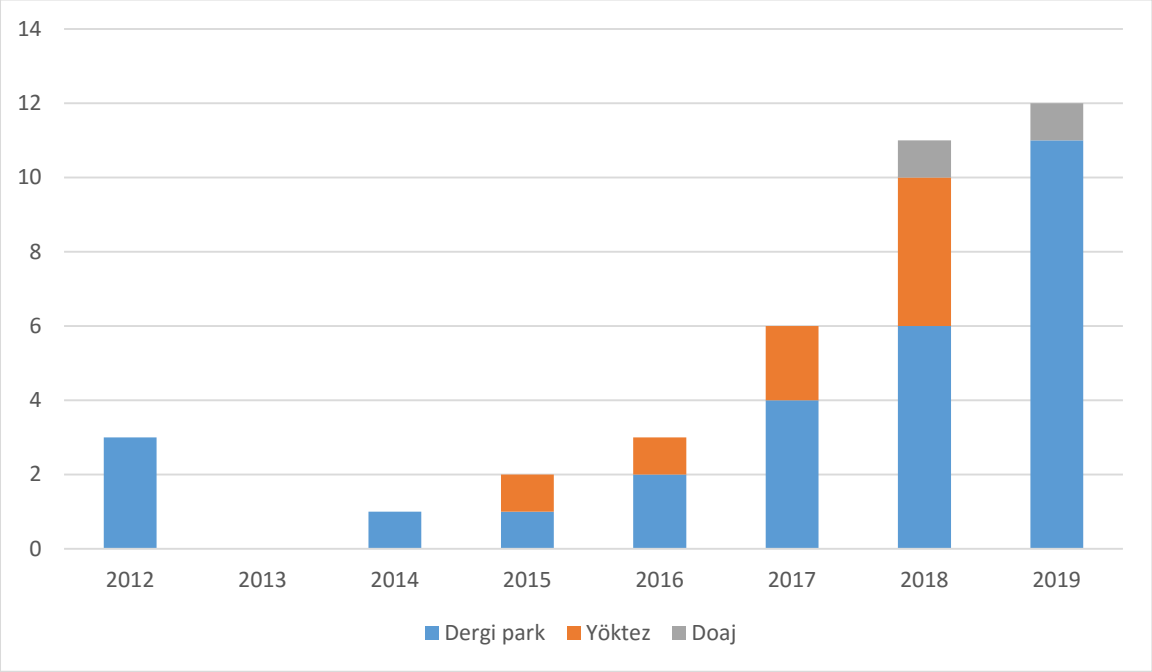
3.1.Çalışmaların Yıllara Göre Dağılım

Tablo 1 : Yeşil Lojistik Uygulamaları ile İlgili Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

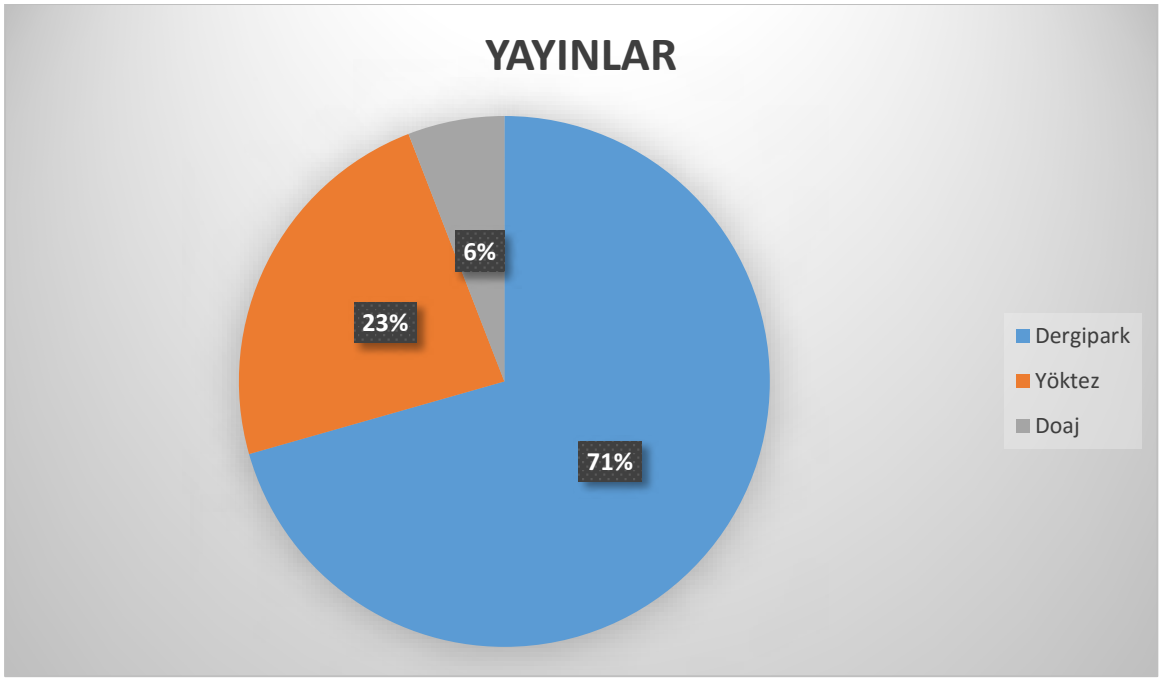
	YIL	ÇALIŞMA ADI	OPTİMAL YÖNTEM	YAYINLANDIĞI YER
Gökhan Akandere	2019	Yeşil Depo Yönetimi Uygulamalarının İşletme Performansı Üzerine Etkisi		Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi
Önder Belgin	2019	İki Aşamalı Yeşil Araç Rotalama Problemi	Düğüm Tabanlı Bir Matematiksel Model	IMSEC
Sergen Coşkun , Sezen Bozyiğit	2019	Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları Üzerine Kimya Sektöründe Bir Alan Araştırması	Olasılığa Dayalı Olmayan Yargısal Örneklem Yöntemi	Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Ahmet Uyar	2019	Yeşil Satın Alma Davranışı Belirleyen Unsurların Yapısal Eşitlik Modellemesi İle İncelenmesi		Ekev Akademi Dergisi
Erdal Yılmaz ,Elif Bilgin	2019	Kademeli Bir Tedarik Zinciri Ağı İçin Üretim-Dağıtım Ve Tersine Lojistik Planlaması	Karma Tamsayılı Programlama	R&S-Research Studies Anatolia Journal
Sibel Aydoğan ,Nurşah Dinar	2019	Yeşil Ürün Satın Almada Yeşil Reklam Ve Çevre Bilincinin Etkisi		
Ayşe Cansu Gök Kısa, Ejder Ayçin	2019	OECD Ülkelerinin Lojistik Performanslarının SWARA Tabanlı EDAS Yöntemi İle Değerlendirilmesi	SWARA Ve EDAS Yöntemi	Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi
Ayşegül Çınar, Özer Uygun	2019		Sezgisel Bulanık AHP Yöntemi	Zeki Sistemler Teori Ve Uygulamaları Dergisi
Gökçe Candan	2019	Lojistik Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık AHP ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Bütünleşik Bir Yaklaşım	Bulanık AHP Ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri	Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi
Batuhan Eren Engin, Turan Paksoy	2019	Yeşil Tedarik Zincirinde Tam Zamanında Dağıtım Modellemesi	Bulanık Ağırlıklandırma Yaklaşımı	Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi
Nida İlbegüm Süt , Mustafa Hamurcu , Tamer Eren	2019	Kampüste Yeşil Ulaşım Uygulaması: Ring Araçlarının Seçimi için Bir Karar Verme Süreci	Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Ve TOPSIS Yöntemleri	Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)
Nida Nur Üstünbaş	2018	Marmara Bölgesindeki Lojistik Firmaların Yeşil Lojistik Uygulamaları		Yüksek Lisans Tezi
Serpil Barak	2018	İşletmelerde Yeşil Lojistik Uygulamaları Ve Belirleyici Faktörler: Bucak Karayolu Yük Taşımacılığı Sektörü İşletmelerinde Bir Araştırma	Spss Paket Programı Analizi	Yüksek Lisans Tezi
Selçuk Korucuk	2018	Yeşil Lojistik Uygulamalarının Rekabet Gücü Ve Hastane Performansına Etkisinin Lojistik Regresyon Analizi İle Belirlenmesi: Ankara İli Örneği	Regresyon Analizi	Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi
Çağrı Koç , Eren Özceylan	2018	Yeşil Ve Elektrikli Araç Rotalama Problemleri Üzerine Bir Literatür Taraması Ve Araştırma Öngörüleri		Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi

Gökçe Candan	2018	İlaç Sektöründe Başarılı Tersine Lojistik Uygulamaları İçin Faktörlerin Önlenmesi: Bulanık Mantık Temelli Yaklaşım	Bulanık DEMATEL Metodu	İşletme Araştırmaları Dergisi
Irmak Daldır , Ömür Tosun	2018	Bulanık Waspas İle Yeşil Tedarikçi Seçimi	Bulanık AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) İle Bulanık WASPAS (Bütünleşik Ağırlıklı Toplam Ve Çarpım) Yöntemi	Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering
Selçuk Korucuk, Fatih MERT	2018	Yeşil Lojistik Uygulamaları: Ptt Örneği		Sanat Ve Dil Araştırmaları Enstitüsü
Eyüp Kelleci	2018	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Tersine Lojistik, İstaç A.Ş.'De Bir Uygulama		Yüksek Lisans Tezi
Murat Çolak , Ali İhsan Boyacı	2018	Otomotiv Endüstrisi İçin Bulanık Tabanlı Bir Yeşil Performans Değerlendirme Modeli	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Metoduna Dayalı Bir ÇKKV Modeli	Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi
Esra Zengin	2017	Yeşil Lojistik Göstergeleri Ve Türkiye'de Yeşil Lojistik Uygulamaları		Yüksek Lisans Tezi
Soner Keskin	2017	Yeşil Lojistik Uygulamaları: DHL Örneği	Anket Yöntemi	Yüksek Lisans Tezi
Gözde Yangınlar, Kazım Sarı	2017	İşletmeleri Yeşil Lojistik Uygulamalarına Zorlayan Sebepler Üzerine Bir Araştırma	Anket Yöntemi	Trakya Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi
Gökhan Akandere, Muammer Zerenler	2017	Yeşil Otellerde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Ve İşletme Performansı	Korelasyon Analizi Ve Regresyon Analizi	Çatalhöyük Uluslararası Turizm Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi
Özer Uygun , Enes Furkan Erkan, Halil İbrahim Demir	2017	Bulanık Bilişsel Haritalar Kullanılarak Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi İçin Bir Değerlendirme Modeli	Bulanık Bilişsel Haritalar (BBH) Yöntemi	Akademik Platform Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi
Bülent Çatay ,Merve Keskin	2017	Elektrikli Araç Rotalama Problemi: Farklı Modeller Üzerine Bir İnceleme		6.Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi
Bilal Şişman	2016	Bulanık MOORA Yöntemi Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarının Seçimi Ve Değerlendirilmesi	Bulanık MOORA Yöntemi	Journal Of Yaşar University
H.Gülçin Beken	2016	Sürdürülebilirlik Ve Rekabet Edebilirlik Yolu Yeşil Lojistik Mi?		Balkan Ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi
Hülya Güleç	2016	Dış Ticarette Yeşil Pazarlama Etkileri Ve Bir Araştırma		Yüksek Lisans Tezi
Paşa Gültaş , Mustafa Yücel	2015	Yeşil Lojistik: Yeşil Ulaşım Hizmetleri Malatya Büyükşehir Belediyesi Örneği		Akademik Yaklaşımlar Dergisi

1. Bölümde belirtildiği üzere çalışmada, son 5 yıl içerisinde yayınlanmış , özellikle de yeşil lojistik faaliyetleri ve uygulamaları ile ilgili bilgi veren makaleler incelenmiştir. Araştırmaların yıllara göre dağılımı Şekil 1 ve 2 deki gibidir.



Şekil 1: Yeşil Lojistik Uygulamaları ile İlgili Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı



Şekil 2: Yeşil Lojistik Uygulamaları ile İlgili Makalelerin Veri Tabanlarına Göre Dağılımı

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeşil lojistik, ürün geliştirmeye ve çevreye duyarlı ürün/hizmet üretmeye dayalı yeni stratejilerin belirlediği bir yaklaşımdır. Ürünlerin ve hizmetlerin çevre duyarlılığı göz önünde bulundurularak üretiminin yapılması, satın alınması, dağıtımının yapılması, ömrü tamamlamış olan ürünlerin geri dönüşümünün yapılması ve yeniden üretime dahil edilmesi, iade veya defolu çıkan ürünlerin de değişik satış kanallarıyla tekrar satışa sunulması için yeşil lojistik faaliyetlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, 2012 ve sonrasında ortaya konulmuş farklı makaleler incelenmiştir. Yeşil lojistik uygulamaları, Türkiye'de yeni bir konu olması sebebiyle ve yeşil lojistik uygulamaları ile ilgili detaylı bilgiler henüz bulunmadığından, bu çalışmanın bu alanla ilgili araştırma yapanlara önemli bir katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Dolayısı ile araştırman sonucunda ortaya çıkan sonuçlar, ileride bu konu ile ilgili yapılacak olan diğer çalışmalara da temel oluşturabilecek niteliktedir. Son olarak da bu çalışmadaki eksik noktaları ifade etmek gerekirse; çalışmamızda 2012 ve sonrasında yayımlanmış çalışmalar, yaygın kullanılan veri tabanlarının kullanılmasıyla incelenmiştir. Aslında bu çalışmada kullanılmayan başka veri tabanları da taranıp . incelenerek farklı çalışmalar elde edilmesi mümkündür.

5.KAYNAKLAR

Akandere, G., 2019. Yeşil Depo Yönetimi Uygulamalarının İşletme Performansı Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 33(3), 737-754.

Akandere, G., Zerenler, M., 2017. Yeşil Otellerde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Ve İşletme Performansı. Çatalhöyük Uluslararası Turizm Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, (2).

Aydoğan, S., Dinar, N., 2019. Yeşil Ürün Satın Almada Yeşil Reklam Ve Çevre Bilincinin Etkisi Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi.

Beken, H. G., 2016. Sürdürülebilirlik Ve Rekabet Edebilirlik Yolu Yeşil Lojistik Mi?. Balkan Ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 2(1), 78-88.

Belgin, Ö., 2019. İki Aşamalı Yeşil Araç Rotalama Problemi. Imsec

Candan, G., 2018. İlaç Sektöründe Başarılı Tersine Lojistik Uygulamaları İçin Faktörlerin Değerlendirilmesi: Bulanık Mantık Temelli Yaklaşım. İşletme Araştırmaları Dergisi, 10(3), 592-605.

Candan, G., 2019. Lojistik Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık Ahp Ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Bütünleşik Bir Yaklaşım. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(5), 277-286.

Coşkun, S., Bozyiğit, S., 2019. Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları Üzerine Kimya Sektöründe Bir Alan Araştırması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21(2), 605-637.

Çatay, B., Keskin, M., 2017. Elektrikli Araç Rotalama Problemi: Farklı Modeller Üzerine Bir İnceleme. 6.Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi.

Çınar, A., Uygun, Ö., 2019. Sezgisel Bulanık Ahp Yöntemiyle Yeşil Tedarikçi Seçimi. Zeki Sistemler Teori Ve Uygulamaları Dergisi, 2(2), 24-31.

Çolak, M., Boyacı, A., 2018. A Fuzzy Based Green Performance Evaluation Model For Automotive Industry. Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi , (13) , 39-44

Daldır, I., Tosun, Ö., 2018. Bulanık Waspas İle Yeşil Tedarikçi Seçimi. Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering , 23 (4) , 193-208 .

Engin, B. E., Paksoy, T., 2019. Yeşil Tedarik Zincirinde Tam Zamanında Dağıtım Modellemesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi ,2(2) 93-103.

Güleç, H., 2016. Dış Ticarette Yeşil Pazarlama Etkileri Ve Bir Araştırma .Master's Thesis, İstanbul Ticaret Üniversitesi.

Kelleci, E., 2018. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Tersine Lojistik, İstaç Aş'de Bir Uygulama. Master's Thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kısa, A. C. G., Ayçin, E., 2019. Oecd Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Swara Tabanlı Edas Yöntemi İle Değerlendirilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İibf Dergisi, 9(1), 301-325.

Koç, Ç., Özceylan, E., 2018. Yeşil Ve Elektrikli Araç Rotalama Problemleri Üzerine Bir Literatür Taraması Ve Araştırma Öngörüleri. Gaziantep University Journal Of Social Sciences, 17(3).

Korucuk, S., 2018. Yeşil Lojistik Uygulamalarının Rekabet Gücü Ve Hastane Performansına Etkisinin Lojistik Regresyon Analizi İle Belirlenmesi: Ankara İli Örneği. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 19(1), 280-299.

Korucuk, S., Mert, F., 2018. Yeşil Lojistik Uygulamaları: Ptt Örneği. Sanat Ve Dil Araştırmaları Enstitüsü.

Süt, N. İ., Hamurcu, M., Tamer, E., 2019. Kampüste Yeşil Ulaşım Uygulaması: Ring Araçlarının Seçimi İçin Bir Karar Verme Süreci. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 5(1), 9-21.

Şişman, B., 2016. Bulanık Moora Yöntemi Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarının Seçimi Ve Değerlendirilmesi. Journal Of Yaşar University 11 (44) , 302-315.

Uyar, A., 2019. Yeşil Satın Alma Davranışı Belirleyen Unsurların Yapısal Eşitlik Modellemesi İle İncelenmesi. Ekev Akademi Dergisi.

Uygun, Ö., Erkan, E. F., Demir, H. İ., 2017. Bulanık Bilişsel Haritalar Kullanılarak Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi İçin Bir Değerlendirme Modeli. Akademik Platform Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi, 5(3), 26-34.

Üstünbaş, N. N. 2018. Marmara Bölgesindeki Lojistik Firmaların Yeşil Lojistik Uygulamaları (Master's Thesis, İstanbul Ticaret Üniversitesi).

Yangınlar, G., Sarı, K., 2017. İşletmeleri Yeşil Lojistik Uygulamalarına Zorlayan Sebepler Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1), 101-121.

Yılmaz, E., Bilgin, E., 2019. Integrated Production-Distribution And Reverse Logistics Planning For A Multi-Echelon Supply Chain Network/Çok Kademeli Bir Tedarik Zinciri Ağı İçin Üretim-Dağıtım Ve Tersine Lojistik Planlaması. R&S-Research Studies Anatolia Journal, 2(4), 55.

Microwave Melted Salt $CaCl_2$, NaCl - Ca ferrite, Hematite Pellets for ORC Heat Recovery

Yıldırım İ. Tosun

Mining Engineering Department, Şırnak University, Şırnak, Turkey

Abstract

The fundamental concepts of melted salt $CaCl_2$, NaCl $FeCl_2$ fluids with Ca ferrite and iron slimes, heat transfer and thermodynamics were discussed with the results of laboratory type data and the practical design of microwave melting method of the salt-metal fluids was accomplished. In this study the components and systems, focused on the design of bubbling fluid flow systems, the coiled heat exchangers and performance analysis for ORC power plant systems were investigated. Hematite and iron slime dense oxide powders were heated by microwave till 600C in the 1-3 minutes especially in the 100 micron powder size and clusters become a good heat carrier. The metal and oxide pellet size was also critical for fluid dynamics of melted salt. The micro clusters were sinking and some could float with cavities melted salt bath.

This study searched that firstly, the products of pyrolysis of Şırnak asphaltite and salted bath with microwave melting device used less ash Turkish lignites (less than 10% of the level in existing advanced clean lignite washery plant manufactured) with heat carrier pellets, secondly, combustion of pyrolysis oil of the retort for melt production on which the furnace gas parameters by examining the highest heat efficiency is obtained, and thirdly, according to the optimum design parameters of the pilot plant, gas and furnace equipment parameters were investigated. The 22% heat yield from the 50% microwave and 20% carbon and 30% pellet weight rate were provided in the melting furnace.

Keywords: Coal pyrolysis, Microwave Melting, Salt, CaCl2, NaCl, Ca ferrite, Hematite Pellets, ORC Heat Recovery

1. INTRODUCTION

As for pure molten $CaCl_2$-NaCl eutectic salt at approximately 473-500^oC, we have already reported the successful results of transport using gravity and a centrifugal pump. However, molten salt in the carbon pellet/ metal-salt mixes with insoluble fines dissolved in porous basket. The insoluble consists of noble metal fission products, such as Pb, Zn, Cu. In this study, there have been very few transport studies of a molten salt slurry (metal fines-molten salt mixture).

The development of solid pellet technology for molten salt is a key issue in the heat transport processing. Heated carbon ferrite composite pellets in molten slurries are one of the most promising technologies for advanced fuel energy storage with favorable economic potential and intrinsic properties. the successful results of heat transport using gravity and a centrifugal motion.

However, molten salt in the carbon / ferrite mixes were pelletized with insoluble fines and sintered in porous form. The insoluble consists of porous ferrite may provide lower density for easy motion in melted salts as product. The molten salt slurry settlements were determined and the properties of pellets and component mixture parameters. The pellet diameters from 2-0,600 mm were tested. To disperse these fines homogenously, the molten salt and fines were stirred in the supply tank by an impeller at speeds from 2100 rpm.

Basically better quality lignite /oil char production, high value-added light oil, to produce black carbon products have been identified as key objectives. For the production of black carbon, high amount of oil (due to just about 7-20% production rate) is needed by the countries in the production of pyrolysis lignite oil as much clean possible.

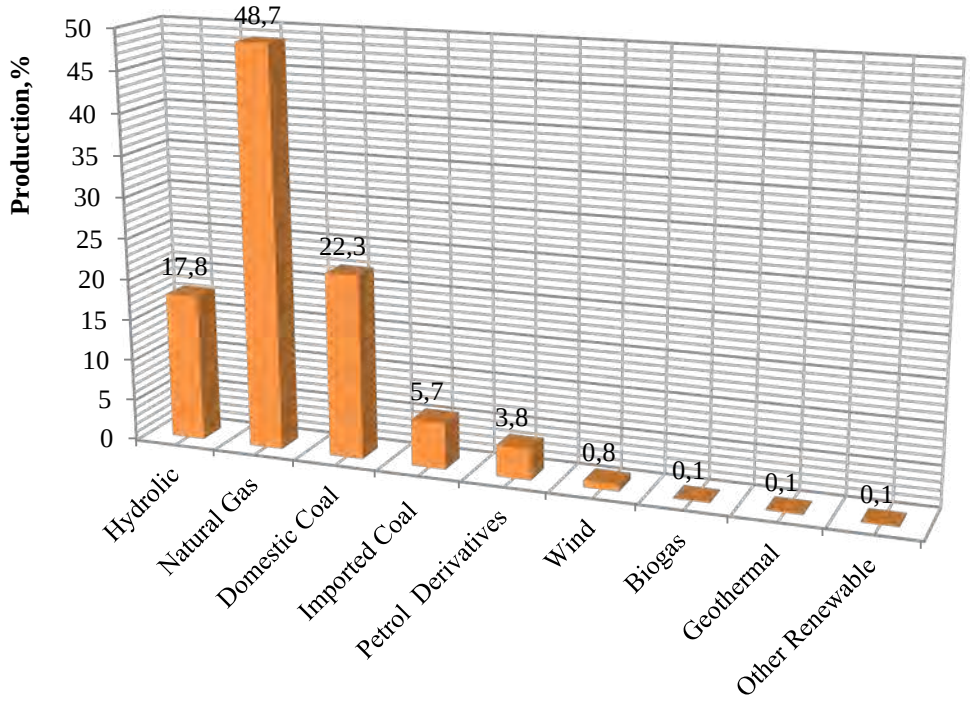


Figure 1. The Revised Electricity Production from Turkish Primary Resources and Renewable Comparison.(IEA 2016)

2. MATERIALS AND METHOD

The retort partial pyrolysis process for Turkish lignites, Sirnak asphaltite uses a horizantal kiln type furnace as the heat carrier solid salt and flue gas are used. The process can accept salt fines. The melt yield varies, approximately 57-68% on raw coal basis. The melted salt contains 50% low-melting fractions. The process produces only small amounts of CaO-contaminated water at low concentrations. Most of the salt compounds generated in the retort melting process remain in the oily part and may be easily removed by water extraction.

In this investigation, in Şırnak City there are valuable asphaltite reserves on possible cleaning, containing 42% Ash, 6.9% total S (Calorific value 4570 kcal/kg) the coal pyrolysis studies of asphaltite with animal and human manure were carried out and possible advanced plant design was developed and discussed on reaction kinetics data. Regarding the proposed project capacities, the capital and operational costs the cost parameters for projected design were determined. Finaly, the production of the qualified asphaltite were processed with 25% ash in clean asphaltite (Tosun, 2012, Tosun, 2014).

3. MELTİNG PRODUCT CHARACTERİZATİON

For magnetic fluids used as magnetic inks for use in high-speed printing involving ink-jet and multistylus systems, where colloidal suspensions are needed, a careful balance between the magnetocrystalline/shape anisotropy and particle size must be achieved. If the anisotropy is too low, then to avoid superparamagnetism the particles would have to be too big to achieve a colloidal suspension. If the anisotropy is too high, then it might be impossible to produce particles small enough so that the magnetization could be switched in a low-field value. Results of our investigation on cobalt ferrite are reported here. Isothermal remanent magnetization curves of the dried inks with the necessary magnetic characteristics are presented. The results are relevant to inks used for automatic character recognition.

We describe a method for the determination of the heating power of magnetic nanoparticle colloids which have potential for application in the remedial treatment of malignant and non-malignant tumors. The method is based upon a comparison between the heating power observed when the colloid is exposed to a radio frequency magnetic field and that which is observed using a resistive electrical heater. A new design of measurement cell has been made which has the advantages of reducing or eliminating the effects of convection, ensuring the measurement is made in a magnetic field of known uniformity and that the heat losses in the system are constant and minimized under both magnetic and Joule heating.

there is a search for alternative materials. In this paper we report on a study of the compound in terms of its thermal stability. We have produced polycrystalline films of this compound

with sub 10 nm grains and examined the thermal stability in layers of thicknesses of up to 30 nm. Using thermal activation studies we have determined a room temperature value of the anisotropy constant of this compound in a tetragonal structure of up to (6.3±0.3) $x10^6$ erg/cm^3. The antiferromagnetic grains can be aligned by thermal annealing at an optimum temperature of 380K. Above this temperature the magnetic properties deteriorate possibly due to nitrogen desorption.

The Paratherm OR sludge-resistant heat transfer fluid has substantial oxidation resistance and extended service life. This zero-pressure fluid provides precise, uniform temperature control to 500°F in closed-loop thermal oil systems where the heat transfer fluid is more than occasionally exposed to air. The OR fluid is comprised of a unique high-stability base plus high-performance oxidation inhibitor/stabilizer. Performance of the OR fluid is particularly impressive under the same grueling conditions that quickly cause severe oxidation, and sludge formation in conventional heat transfer fluids.

Designed for:

- Extruders
- Die temperature control units
- Easy on quick-connects
- Safe, easy disposal

Oxidation

Heavy fluid oxidation occurs when supplies of fresh air come into intimate contact with hot heat transfer fluid (during frequent tool changeout, for example). The resulting reaction converts fluid molecules to organic acids. Soon the acids themselves begin to degrade thermally. The fluid becomes thicker, darker and more odorous, and its heat transfer capabilities drop dramatically.

Fouling

As an oxidized fluid becomes more viscous, it becomes more difficult to pump and more susceptible to overheating. Remaining in contact with the heated surfaces too long, the fluid picks up more heat than its chemical bonds can stand. As they break down, the fluid's molecules release their carbon forming an acidic, carbonaceous sludge that precipitates out and adheres to the system's interior surfaces. Much of this sooty, sticky carbon bakes on to the heated surfaces where it was produced. The OR fluid contains an additive system that inhibits sludge and carbon formation. Even under prolonged exposure to air, the fluid won't foul heated surfaces.

Efficiency

Due to its low viscosity, the OR fluid provides unusually high thermal efficiencies — higher than most synthetics. The lower in viscosity (the thinner) a heat transfer fluid is, the less

energy is required to pump it through the system. In addition a smaller pump and motor can be specified, and the lower power consumption will continue to produce savings year after year. The ccarbon conversion during gasificatiıon of Şırnak asphaltite in melted salt was illustrated in Figure 2.

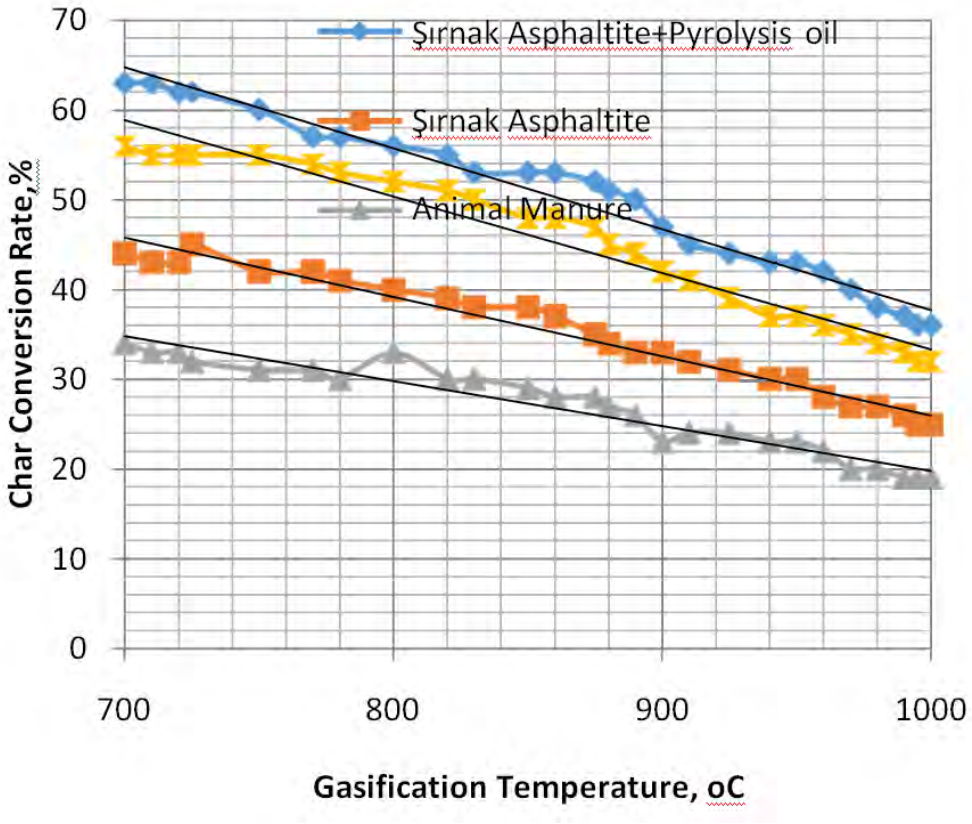


Figure 2. Major gas components from animal manure, derived pyrolysis oil and Şırnak Asphaltite conversion to char during the 24h second run of gasification period.

After 2 h cold-time the gasifier was started at gasification and methanation temperature by combustion oil. Results obtained in the 10 h stable operational period between the 24th and 48th hour were used for further evaluation. N_2 is purged to the methanation in various amounts just for instrument protection. The N_2 volume fraction was about 25% for all GC tests.

To ensure proper functioning of the process and measurement equipment, animal manure and human manure derived pyrolysis oil was gasified for several hours establishing the targeted operating conditions for methanation by H_2 gas and steam addition. After the results were processed and proper operation provided, a continuous 2-day run (50h test) was performed.

The gasification and methanation gas volume rates in the gasifier are presented during the 48 h test. First 24 h was used for gasification of soueces and second 24 h was used for methanation. At the last 24h test, H_2 gas was injected at volume rate (5%) 0.06 lt/min, but steam injection carried at first gasification test period ranging the value between 0.40 lt/min

and 0.45 lt/min. Some variations can be seen in the graph at the 10th, 16th, and 20th hour, caused by a switch over pyrolysis oil containers on both different oil and char combustion kinetics.

N_2 is added to the system in various purge streams, mainly for instrument protection. The N_2 volume fraction was around 15% for all measurements presented here. The gas composition is stable over a long time and similar concentrations are found before- and after the shutdown at 24th hour. Both the H_2 and CO volume fractions were higher in this work, 30% and 46% respectively, compared to the preliminary test (27% and 39%, respectively) as illustrated in Figure 2. The CO_2 volume fraction (23%) was at the same time significantly lower compared to the previous publication (32%).

the pores. The cracking and dusting manner was closed likely to eliminate slightly inferior gas diffusion in methanation case at 900 ^{o}C. At the experiments the stable operation conditions was provided but reaction kinetics was very low in gasification and methanation periods at low temperatures. Cold start and temperature increase provided till 2 hours and the stable temperature obtained at 3 hours.

As illustrated in Figure 2 high methanation temperature in fluidized bed bubling point indicated that partial gasification and conversion to methane of the char occured at the H_2 injection point rapidly while entering the gasifier. After reviewing the process data, it was found the pressure in part of the atomizer increased in this period, possibly improving the atomization behaviour.

As illustrated in Figure 2, the conversion of carbon to gas rate was significantly improved from 0.45to 0.56. This is caused by improved methanation conditions and to some extent also by improved measurements in the plant with regard to the syngas volume flow rate. The soot formation covered for methanation of hot char and also soot was truly observed in both the steam injection at the gasification period and cold area of reactor and the methanation period.

Lower temperatures, as observed in animal manure gasification case, indicated the partial char conversion was low due to surface structure and rapid blocking of

3. CONCLUSIONS

Soot and tar formation reduce the carbon to gas conversion below 30%. After the tests, a small quantity of char and soot material was found in the gasifier. This material was mainly carbon (%99C). Further work is required to determine the soot concentration and compare that with the soot to gas conversion.

The analysis showed that soot formed from the light hydrocarbons within the reactor or unconverted char particles formed during the conversion of the pyrolysis oil. Animal manure and human manure could be converted into pyrolysis oil at laboratory scale. The pyrolysis oils were converted into syngas in a fluid bed flow gasifier which was operated at a capacity

of 2kg/h pyrolysis oil input. At temperatures around 950°C were obtained, yielding a methane rich syngas product with volume fractions of 26% CO, 10% H_2 and 10% CH_4, 13% CO_2 on dry, N_2 free basis for both pyrolysis oils. Animal and human manure derived pyrolysis oil was successfully converted to methane rich syngas by Şırnak Asphaltite.

In the pyrolysis experiments with addition hydrated lime, reactor temperature changed between 400ºC and 650ºC and asphaltite samples mixed only by %10 lime. Products received from pyrolysis of coal specimens were subjected to analysis for sulfur hold-up managed effectively.

Fundamentally, the conditions regarding better desulfurization way in pyrolysis stage provided high quality lignite or biomass waste oil production, high value light oil, coal tar and gas products were determined at the goal of high fuel producing yield.

The evaluation of Şırnak asphaltites in desulphurising pyrolysis and gasification managed the production of the clean products, liquid and gaseous fuels and energy development in the Central Anatolian region and further improve the diversification of fuels.

REFERENCES

ASTM 2013, D-3173, D-3174 and D-3175

ASTM, 2010, Standard test method for ash in biomass E1755-10. ASTM, PA (USA)

ASTM, 2011, Standard test method for water using volumetric Karl Fischer titration E203-11. ASTM, PA (USA):

ASTM, 2013, Standard test method for ash from petroleum products D482-13. ASTM, PA (USA)

Bell D.A. Towler B.F., Fan M., 2011, Coal Gasification and Applications, ISBN: 978-0-8155-2049-8, Elsevier Inc., Oxford

Bridgwater , A.V., 2012, Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading.Biomass and Bioenergy; 38: 68–94.

Bridgwater , A.V., 2012, Upgrading fast pyrolysis liquids. Journal EnvironmentalProgress & Sustainable Energy 2012; 31: 261–8.

Bridgwater , A.V., 2015, Fast pyrolysis for bioenergy and biofuels , International Congress and Expo on Biofuels & Bioenergy, August 25-27, 2015 Valencia, Spain; http://slideplayer.com/slide/9340560/

Çakal, G.Ö. , H. Yücel, A.G. Gürüz, 2007, Physical and chemical properties of selected Turkish lignites and their pyrolysis and gasification rates determined by thermogravimetric analysis, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Volume 80, Issue 1, 262–268

Dahmen, N. , E. Henrich, E. Dinjus, F. Weirich, 2012, The BIOLIQ® bioslurry gasification process for the production of biosynfuels, organic chemicals, and energy, Energy Sustain Soc, 2 (1) (2012), p. 3

Donskoi, E.& McElwain, D.L.S., 1999, Approximate modelling of coal pyrolysis, Fuel, 78 , pp. 825–835

EEA, 2016, European Environmental Agency Waste Statistics, Municipal Waste Management, http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/
waste-recycling-1/assessment

Higman, C., M. Burgt, 2003, Gasification, Elsevier/Gulf Professional Pub, Boston

IEA, 2012, World Energy Outlook

Jess A, Andresen A-K. Influence of mass transfer on thermogravimetric analysis of combustion and gasification reactivity of coke. Fuel.; 2009. doi:10.1016/j.fuel 2009.09.002.

Kajitani S, Suzuki N, Ashizawa M, et al. CO2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.

Kajitani, S., N. Suzuki, M. Ashizawa, S. Hara,2006, CO2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier, 1999, Fuel, 85, 2, pp.163–169

Liu, G., Benyon, P., Benfell, K.E., Bryant, G.W., Tate, A.G., Boyd R.K., 2002, The porous structure of bituminous coal chars and its influence on combustion and gasification under chemically-controlled conditions, Fuel, 79, pp. 617–626

Milne, T.A. , R.J. Evans, N. Abatzoglou,1998, Biomass gasifier ―tars‖: their nature, formation, and conversion, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado (1998) Contract No. NREL/TP-570–25357

Minchener A.J. and J.T. McMullan, 2007, IEA Coal Research Ltd, Clean Coal Technology

NBSC, 2014, National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook; China Statistics Press: Beijing, China, 2014.

Öhrman, O.G.W, F. Weiland, E. Pettersson, A.-C. Johansson,
H. Hedman, M. Pedersen, 2013, Pressurized oxygen blown entrained flow gasification of a biorefinery lignin residue, Fuel Process Technol, 115 (2013), pp. 130–138

Schora F.B., 1967, Fuel Gasification, 152nd Meeting of American Chemical Society, New York

Schurtz R, Fletcher TH. Pyrolysis and gasification of a sub-bituminous coal at high heating rates, 26th Annual Int Pittsburgh Coal Conf, Sept. 20-23, 2009.

Shadle LJ, Monazam ER, Swanson ML. 2001, Coal gasification in a transport reactor. Ind Eng Chem Res. ;40:2782-2792

Sharma A, Saito I, Takanohashi T.,2008, Catalytic steam gasification reactivity of hypercoals produced from different rank of coals at 600-775 ºC. Energy & Fuels. 2008;22:3561-3565.

Modeling of Hybrid Energy Plants and Mobile Construction Based on Thermal Energy Storage

Yıldırım İ. Tosun

Mining Engineering Department, Şırnak University, Şırnak, Turkey

Abstract: Feasibility of Hybrid Installations causes the capital parameters requiring high risk cost values due to the fact that of complexity of processes and integration of different materials in power generation systems. Integrated high capacity plants were decreased in developing countries regarding the high financial risk and low revenue. Mobile Construction was critical in low populated and low income countries based on Thermal Storage. The thermal energy storage from waste heat yield in power generation and iron smelters and copper smelter plant became so advantageous at mobile scale. The heat produced by oil refineries could be carried and put into salt production units by smelter products or waste materials. This could be a great opportunity for thermal storage and use in engine. The capital cost variables and unit equipments were defined and critisized in this study over a hybrid model of plant.

This study searched that firstly, pyrolysis of low quality Şırnak asphaltite and Tunçbilek lignite (less than 10% ash through advanced washery plant) with waste wood and serpentine, secondly, combustion of pyrolysis oil of the retort for heat production on which the microwave parameters by examining the highest heat recovery efficiency was obtained, and thirdly, according to the optimum design parameters of the pilot plant, microwave furnace equipment investigated. 30% serpentine weight rate were provided sufficient heat carrier in the retort furnace.

Keywords: coal pyrolysis, pyrolysis oil, coal soot, lignite pyrolysis, black carbon; biomass pyrolysis oil

1. INTRODUCTION

As for pure molten $CaCl_2$-NaCl eutectic salt at approximately 473-500^oC, we have already reported the successful results of transport using gravity and a centrifugal pump. However, molten salt in the carbon pellet/ metal-salt mixes with insoluble fines dissolved in porous basket. The insoluble consists of noble metal fission products, such

as Pb, Zn, Cu. In this study, there have been very few transport studies of a molten salt slurry (metal fines-molten salt mixture).

The development of solid pellet technology for molten salt is a key issue in the heat transport processing. Heated carbon ferrite composite pellets in molten slurries are one of the most promising technologies for advanced fuel energy storage with favorable economic potential and intrinsic properties. the successful results of heat transport using gravity and a centrifugal motion.

However, molten salt in the carbon / ferrite mixes were pelletized with insoluble fines and sintered in porous form. The insoluble consists of porous ferrite may provide lower density for easy motion in melted salts as product. The molten salt slurry settlements were determined and the properties of pellets and component mixture parameters. The pellet diameters from 2-0,600 mm were tested. To disperse these fines homogenously, the molten salt and fines were stirred in the supply tank by an impeller at speeds from 2100 rpm.

Basically better quality lignite /oil char production, high value-added light oil, to produce black carbon products have been identified as key objectives. For the production of black carbon, high amount of oil (due to just about 7-20% production rate) is needed by the countries in the production of pyrolysis lignite oil as much clean possible.

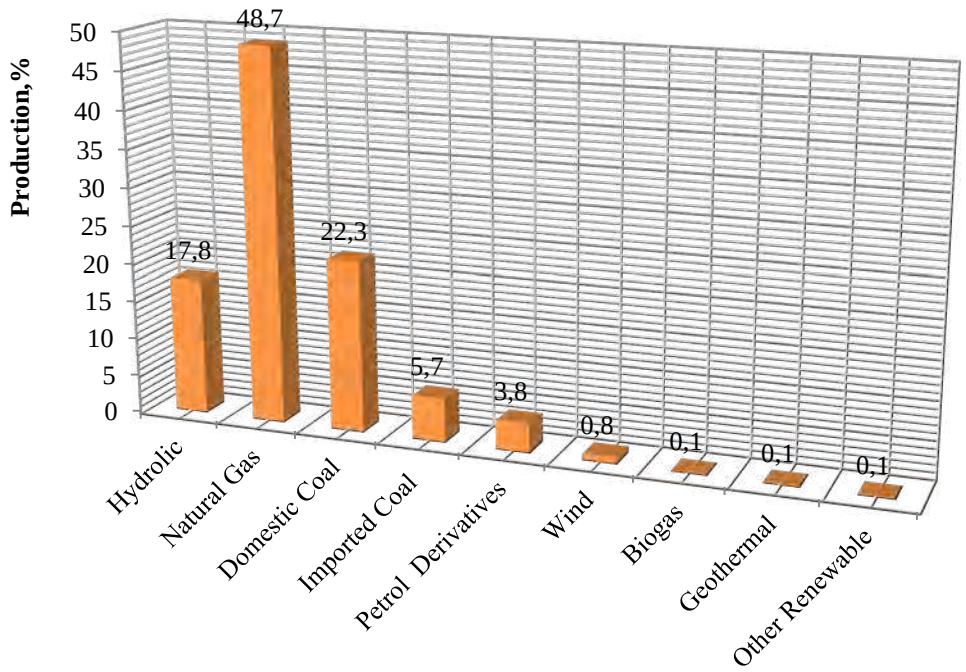


Figure 1. The Revised Electricity Production from Turkish Primary Resources and Renewable Comparison.(IEA 2016)

2. PRODUCTION OF PYROLYSIS TAR, HEAVY OIL FROM COAL

Many studies have investigated the numerous advantages of adding pyrolysis oil to activated combustion systems (Kegl 2011). The presence of carbon dioxide in conventional systems improves soot settling, improves soot thickness, increases soot removal, improves removal of soot, reduces the impact of organic shock loadings, increases black carbon and oxygen concentration at the surface of soot carbon, increases removal, suppresses, improves, and reduces bulking(Neeft et al. 1997).

In BC production, chemicals is enhanced through the adsorption of inhibitory substances as in the catalytic processes, but in addition, the BC used in the furnace serves as a supporting medium for iron film colon (Liu et al.2002, Wei-Biao et al. 2001).

Factors Affecting Pyrolysis and Combustion for Carbon

Effective carbonization processes depend on numerous factors including coal rank in carbonization, the volatile gaseous matter of coal such as presence of hydrogen, carbonyl gas and carbonization rate(Mendiara 2007) so stabilizing the desorption, the settings of optimal diffusion conditions including structure defects (nitrogen, phosphorus, sulfur, etc.), temperature, oxygen content of coal, etc. and optimization of carbon dioxide concentration ratios (Amal 2011, Amal 2010) added the adsorption–desorption balance, the residence time and the spatial distribution of molecules in coal pores among other factors determining the efficiency of carbonization. Guerrero et al. (2008) also included the carbon reactivity, the adsorption characteristics as factors affecting the rate and extent of carbonization much dependent on the site activation, its gas desorption properties and its porosity (Bell etal 2011). Carbonization is a prerequisite step for oil generation and soot formation from tyre waste, biomass wastes and coal.

Coal particle size

A major reason is that the retention time in fixed film processes is longer than in solid-gas processes. This allows more time to the carbonization for cracking to the desorbed persistent compounds. Furthermore, high rank coals allows an sufficient intimate contact between surface pores and gas atmosphere in the furnace due to more gas desorption (Kajitani etal. 2006)

Coal porosity

The porous structure of activated carbon is a factor that determines to a great extent both the rate and degree of carbonization (Shadle et al., 2001). Sharma et al. (2008) found that, a mesoporous coal was more efficiently carbonized than a microporous coal.

Phenol molecules that may undergo an oxidative coupling reaction may be irreversibly adsorbed on coal, which in turn may result in low carbonization efficiency. Phenoxy radicals formed by the removal of a hydrogen atom from each phenolic molecule can participate in direct coupling with other phenoxy radicals at even room temperature, coal surface serving as a catalyst.

Carbonization efficiencies exceeding the total desorption abilities during increased fast pyrolysis on coal and wood were also reported by Tosun (2013).

Surface properties of coal - Reactivity

(BET N_2) specific surface area, total surface activity, oxygen functional groups, total surface impurities, metal concentrations, dielectric value, free radical concentration and reactivity of coal were related to the carbonization activity. However, in some investigations, the pore size distribution of coal is also greatly to affect pyrolysis kinetics (Guerrero etal. 2005).

3. METHOD AND MATERIALS

In this research, representative specimens of the Şırnak asphaltite and different types of Turkish lignites; Kütahya Gediz, Tunçbilek, Soma Kısrakdere were crushed and comminuted to minus 1mm size by controlled screening. Air dried samples of 40-50 gr from each different coal types were prepared and sealed in nylon bags. The different type of solid sorbents such as Şırnak limestone, marly limestone and claystone were used in the combustion. The chemical analysis of the solid sorbents are given in Table 1. The results of proximate and ultimate analyses of various Turkish coals used in the experiments are given in Table 2 and Table 2. The qualities of processed coal products are ascertained by chemical and standard coal analysis of ASTM 3173-3177.

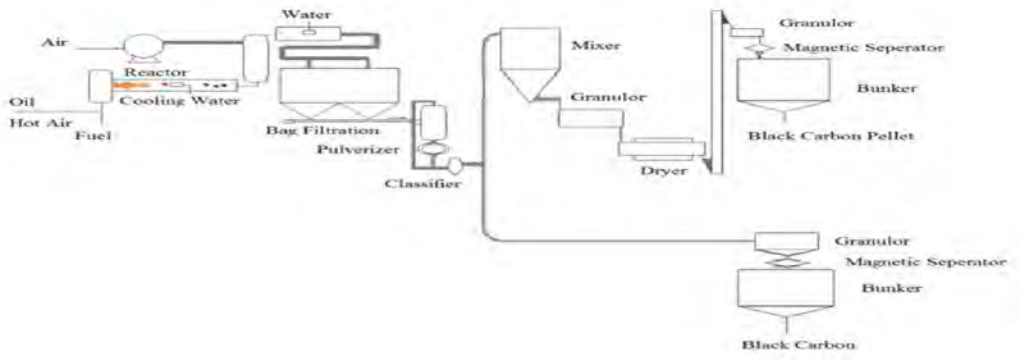


Figure 2. Use of fuel gas and pyrolysis oil subjected to black carbon production flowsheet.

This study examined the high sulfur and ash types of Kütahya Gediz lignite, Soma lignite, Şırnak asphaltite and lignite by TGA analyzer as illustrated in Figure 2.

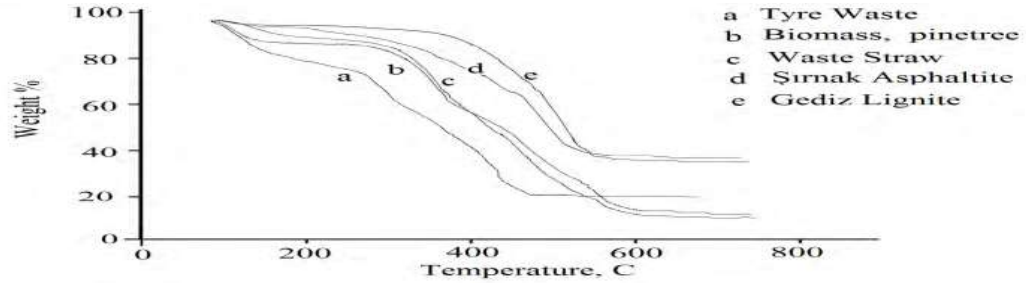


Figure 3. Combustion of Coal gas and Waste Tyre oil and Biomass oil to black carbon

Table 1. Proximate Analysis of Turkish Lignite and Asphaltite. (ADB:Air dried base. DB:Dried base, DAB:Dried ashless base).

Coal Type	*Ash,% ADB*	*Moisture,% ADB*	*TotalS,% DB*	*Volatile Matter,% DAB*
Şırnak Asphaltite	*6.3*	*0.1*	*5.7*	*52.6*
Kütahya Gediz	*26.0*	*11.7*	*4.6*	*42.7*
Soma Lignite	*13.8*	*14.0*	*2.2*	*40.4*
Waste Wood	*0.2*	*51.7*	*0.6*	*22.7*
Waste Tyre	*13.8*	*0.01*	*0.2*	*60.4*

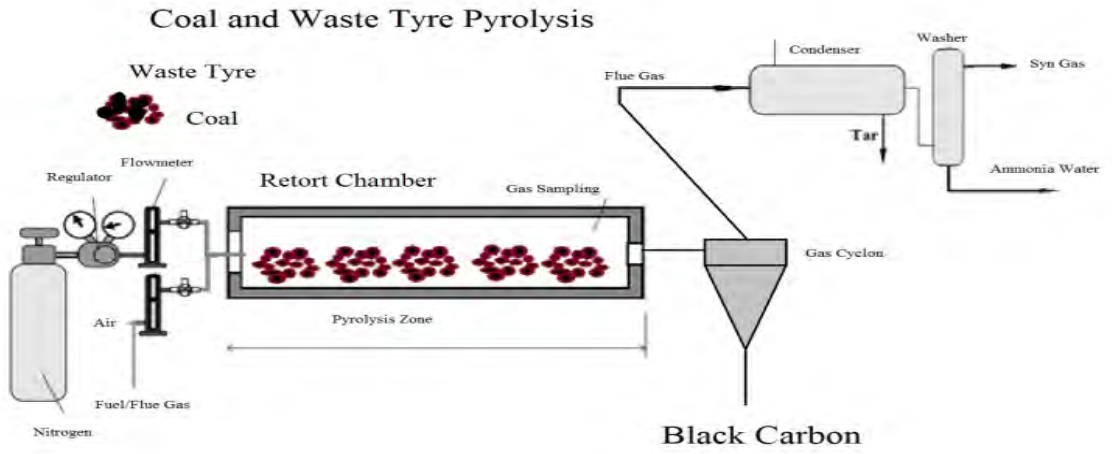


Figure 4 Pyrolysis of Coal and Waste Tyre to carbon, Coal, Wood, waste pellet carbonization.

4. RESULTS AND DISCUSSION

A modified model of kiln combustion for Turkish lignite and asphaltite used in coal pyrolysis-combustion process was found to be efficient as shown in Figure 3 and 4.
The calorific value of Şırnak asphaltite was significant for gasification. Furthermore, the results exhibited the higher combustion yields for soot in using CO_2 gas at the gas inlet 3lt/min.kg coal with the kiln apparatus.
Pyrolysis of different types of Turkish lignite was successfully processed in terms of desulfurization and even reduction of volatile matter. At higher rates of carbonization of different types of Turkish lignite could be obtained from the tests using low flow steam inlet at 500 ^{o}C. it has been clearly determined that CO_2 and cooling water much beneficial in soot conversion of different types of Turkish lignite.
Pyrolysis liquid and gaseous products of Sırnak asphaltite may equal to 5–20 g tar/m^3 and 5–10 g /m^3 of benzene, toluene, xylene in unit process gas. Moreover, Figure 5 showed that oil yields was slightly lower than coal char yields 27% weight. Gas yield was containing mainly steam and CO_2 in the pyrolizer and the amount of gas was remained between 37 and 40%.

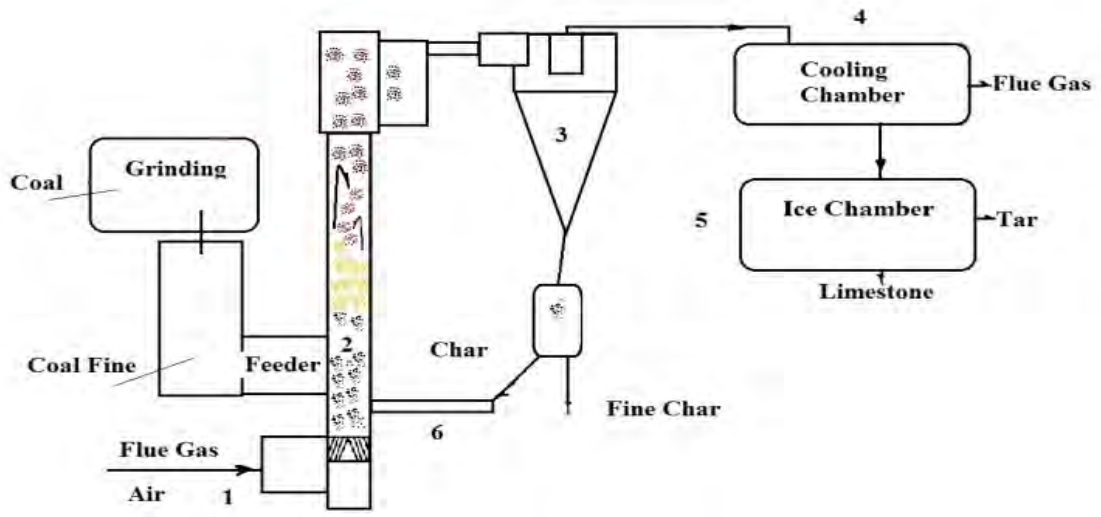


Figure 5, Combustion of pyrolysis oil of Coal, Waste Tyre oil, Biomass oil and flue gas to black carbon

Combustion tests were carried out for pyrolysis oil and tar of Turkish lignite and Şırnak asphaltite and optimized gas inlet of 3lt/min.kg coal tar. Soot yields for Turkish lignite and Şırnak asphaltite across to temperature were shown from Figure 8 and even other

lignites showed similar trend, the higher char yields at lower combustion temperatures. it is illustrated that higher carbonaceous content to be converted to gas in gasification was managed over 650 ^{o}C till 700 ^{o}C.

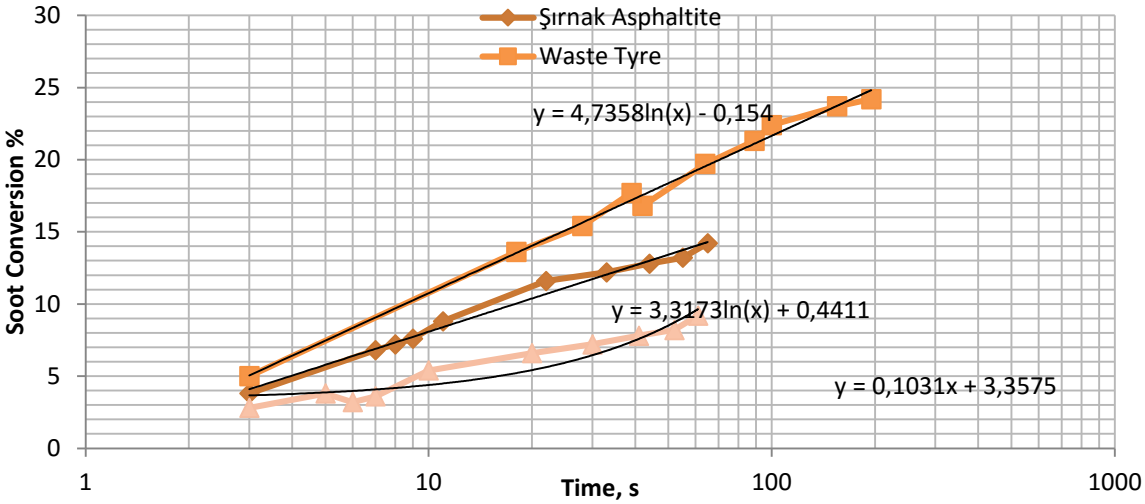


Figure 6, Pyrolysis soot conversion of Gediz lignite at equal weight rate separately in Pyrolysis Retort in comparison with Waste tyre

That conversion rate remained among 28-36%. Even it was observed that increased the gas's calorific value by up to approximately 3200 kJ/m^{3} at 700 ^{o}C for Şırnak asphaltite. Therefore it was supposed that porous coal layers, especially porous alkali and metal catalysts exhibit sufficient gas permeability at least for the gases of chemically inactive and sufficiently small in particle size.

5. CONCLUSIONS

Şırnak asphaltite should be cleaned and low ash content affected char quality and oil yield in pyrolysis.

Turkish lignite may be a regarded carbon source in the various parametric soot conversion systems. In order to receive clean soot clean liquid and gaseous products must be generated in low temperature pyrolysis. It is also advised that the high amount of formation of soot will be managed high pyrolysis temperatures over 700 ^{o}C and extracts more environmental friendly gaseous products. Pyrolysis may be carried out for Turkish lignite and Şırnak asphaltite in finer -100mm size distribution showed sufficient soot yields from Şırnak asphaltite between to 600-700 ^{o}C and even other

lignite showed similar trend, the higher char yields of 42-51 % at lower pyrolysis temperatures.

REFERENCES

ASTM 2013, D-3173, D-3174 and D-3175

ASTM, 2010, Standard test method for ash in biomass E1755-10. ASTM, PA (USA)

ASTM, 2011, Standard test method for water using volumetric Karl Fischer titration E203-11. ASTM, PA (USA):

ASTM, 2013, Standard test method for ash from petroleum products D482-13. ASTM, PA (USA)

Bell D.A. Towler B.F., Fan M., 2011, Coal Gasification and Applications, ISBN: 978-0-8155-2049-8, Elsevier Inc., Oxford

Bridgwater , A.V., 2012, Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading.Biomass and Bioenergy; 38: 68–94.

Bridgwater , A.V., 2012, Upgrading fast pyrolysis liquids. Journal EnvironmentalProgress & Sustainable Energy 2012; 31: 261–8.

Bridgwater , A.V., 2015, Fast pyrolysis for bioenergy and biofuels , International Congress and Expo on Biofuels & Bioenergy, August 25-27, 2015 Valencia, Spain; http://slideplayer.com/slide/9340560/

Çakal, G.Ö. , H. Yücel, A.G. Gürüz, 2007, Physical and chemical properties of selected Turkish lignites and their pyrolysis and gasification rates determined by thermogravimetric analysis, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Volume 80, Issue 1, 262–268

Dahmen, N. , E. Henrich, E. Dinjus, F. Weirich, 2012, The BIOLIQ® bioslurry gasification process for the production of biosynfuels, organic chemicals, and energy, Energy Sustain Soc, 2 (1) (2012), p. 3

Donskoi, E.& McElwain, D.L.S., 1999, Approximate modelling of coal pyrolysis, Fuel, 78 , pp. 825–835

EEA, 2016, European Environmental Agency Waste Statistics, Waste Management, Municipal http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/ waste-recycling-1/assessment

Higman, C., M. Burgt, 2003, Gasification, Elsevier/Gulf Professional Pub, Boston

IEA, 2012, World Energy Outlook

Jess A, Andresen A-K. Influence of mass transfer on thermogravimetric analysis of combustion and gasification reactivity of coke. Fuel.; 2009. doi:10.1016/j.fuel 2009.09.002.

Kajitani S, Suzuki N, Ashizawa M, et al. CO2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.

Kajitani, S., N. Suzuki, M. Ashizawa, S. Hara,2006, CO_2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier, 1999, Fuel, 85, 2, pp.163–169

Liu, G., Benyon, P., Benfell, K.E., Bryant, G.W., Tate, A.G., Boyd R.K., 2002, The porous structure of bituminous coal chars and its influence on combustion and gasification under chemically-controlled conditions, Fuel, 79, pp. 617–626

Milne, T.A. , R.J. Evans, N. Abatzoglou,1998, Biomass gasifier –tars‖: their nature, formation, and conversion, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado (1998) Contract No. NREL/ 25357 TP-570–

Minchener A.J. and J.T. McMullan, 2007, IEA Coal Research Ltd, Clean Coal

Technology

Rotavirus Gastroenteritlerinde Yaş, Cinsiyet ve Mevsim Dağılımının Değerlendirilmesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet GÜZELÇİÇEK

Harran üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD

ÖZET

Virüslere bağlı gastroenteritlerin sıklığının giderek arttığı gözlenmektedir. Rotavirüs gastroenteritleri tüm dünyada çocukluk döneminde görülen gastroenteritlerin etyolojisinde yer alan viral etkenler arasında önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmada gastroenterit etkenlerinden olan rotavirüsün sebep olduğu gastroenterit olgularının cinsiyet, yaş ve mevsimsel dağılımının araştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma Ekim 2018-Ekim 2019 tarihleri arasında Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi çocuk sağlığı ve hastalıkları kliniğine gastroenterit şikayetiyle başvurup rotavirus tespit edilen 295 olgu çalışmaya alındı. Bu olguların cinsiyet, yaş ve başvurdukları tarih kaydedildi. Rotavirus varlığının tespiti için alınan örnekler Enzim Immün Assay yöntemi ile incelendi.

Dışkı örneklerinin tamamının (295) rotavirüs antijenleri belirlenmiştir. Rotavirus gastroenteritleri en sık 6-24 ay yaş grubu ile sonbahar ve kış mevsimlerinde görülmüştür.

Rotavirusa bağlı gastroenteritler viral enteritler içinde önemli bir yere sahiptir. Altı ay ve iki yaş arasındaki çocuklarda daha sık görülen rotavirüs gastroenteritlerinin özellikle sonbahar ve kış mevsimlerinde akılda tutlmalıdır. Rotavirus aşısı erken dönemde önerilmelidir.

Anahtar sözcükler: Çocuk, Rotavirus, Gastroenterit

Giriş

Akut gastroenteritler çocuklardaki morbidite ve mortalitenin alt solunum yolu infeksiyonlarından sonra en önemli sebebidir. Rotavirüsler, bebek ve 5 yaş altı çocuklarda görülen ishallerin, özellikle hastane yatışlarına ve bebek ölümlerine neden olan ağır gastroenteritin en önde gelen nedenidir(1).

Dünya genelinde 5 yaş altındaki çocukların yılda ortalama 3.2 kez ishal oldukları bildirilmiştir. Her yıl 5 yaş altındaki her 1000 çocuktan 4.9'u nun ishal nedeniyle kaybedildiği ileri sürülmüştür. Etkenler göz önüne alındığında infeksiyöz ishallerde virüslerin % 30-70'lere varan oranlarla ilk sırayı aldıkları bilinmektedir. Viral gastroenterit olgularının ise % 50-80'ine rotavirüs sebep olmaktadır(2,3).Gastroenterite sebep olan diğer ajanlardan farklı olarak rotavirus olguları sosyoekonomik koşullara ve hijyen önlemlerine bağlı olmaksızın gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde aynı sıklıkta görülmektedir. Tedavi olanaklarının yetersiz olduğu gelişmekte olan ülkelerde mortaliteye, gelişmiş ülkelerde ise morbidite ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır(1, 6).

Rotavirüs çift sarmallı bir RNA virüsüdür. Çift tabakalı kapsidi vardır. Kapsid proteininin antijenik özelliklerine göre grup, subgrup ve serotiplere ayrılır. İç kapsid proteinindeki farklılıklara göre A'dan G'ye kadar adlandırılan 7 gruba ve iki subgruba ayrılır. İnsanlardaki infeksiyonların çoğundan A grubu rotavirüs sorumludur. Rotavirüs başlıca fekal-oral yolla bulaşır. Soğuk aylarda infeksiyonun artması aerosol ile yayılımı düşündürmektedir ve hayvan deneylerinde aerosol yolla bulaş gösterilmiştir(5). İnkübasyon periyodu ortalama 2 (6-8) gündür. Virüsün bulaşmasında yüzeyler de önemli rol oynamaktadır. Özellikle metal ve plastik gibi yüzeylerde farklı ısı (4-20°C) ve nemde (% 50-90) 60 güne kadar canlılığını sürdürebilir. Oral yolla alınan virüs mide asidi tarafından inaktive edilir. Mide asidinden kurtulan 1-10 virüsün bağırsak infeksiyonu oluşturabileceği tahmin edilmektedir(9). Rotavirüs infeksiyonlarının klinik spektrumu asemptomatik infeksiyondan dehidratasyon ile seyreden ciddi diyare ve ölüme kadar değişir. İnfeksiyonlar kusma, sulu ishal, bir-iki gün devam eden subfebril bir ateş ile seyreder. Tanı akut dönemde alınan taze dışkı örnekleriyle yapılabilmektedir. ELİSA, lateks aglütinasyon ve immünokromotografik yöntemler sık kullanılan yöntemlerdir. Bu testlerin duyarlılığı % 70-100 arasında değişmektedir(10).

Bu çalışma Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'ne rotavirüse bağlı gastroenterit şikâyetiyle başvuran 0-14 yaş grubundaki çocuk hastalarda cinsiyet, yaş ve mevsimsel dağılımlarını saptamak amacıyla planlanmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma Ekim 2018- Ekim 2019 yılları arasında akut gastroenterit nedeni ile hastanemize başvuran 0-15 yaş grubu çocuklar retrospektif olarak tarandı. Poliklinikten muayene edilen ve acil serviste gastroenterit nedeni yatışı yapılan ve dışkı örneği klinikte alınıp rotavirüs antijeni pozitif saptanan tüm hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışma için uygun kabul edilen testler Enzim Immün Assay (EIA) yöntemi ile rotavirüs etkeni incelendi.

İstatistiksel Değerlendirme: Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotlar kullanıldı.

BULGULAR

Rotavirüs antijeni pozitif olarak saptanan toplam 295 olgu çalışmaya alındı. 119'u (%40,6) kız cinsiyet, 174'ü (%59,4) erkek cinsiyet idi (Tablo). Olguların 113'ü (%38,6) sonbahar mevsiminde, 74'ü (%25,3) kış mevsiminde, 56'sı (%19,1) yaz mevsiminde ve 50'si (%17,1) ilkbahar mevsiminde olduğu saptandı (Tablo). Olguların yaş dağılımına bakıldığında ise; en sık 6-24 ay arası çocuklarda 191'i (%65,2) görülürken, sonra sırasıyla 0-6 ay arası bebekler 79 olgu (%27), 24-60 ay arası çocuklar 14 olgu (%4,8) ve 5 yaş üstü olgularda 9 hasta (%3,1) olarak saptandı (Tablo)

Tablo: Olguların cinsiyet, yaş grubu ve mevsimlere göre dağılımı.

		Sayı	n(%)
Cinsiyet	Kız	119	40,6
	Erkek	174	59,4
	Toplam	293	100,0
Yaş grupları	0-6 ay	79	27,0
	6-24 ay	191	65,2
	24-60 ay	14	4,8
	5 yaş üzeri	9	3,1
	Toplam	293	100,0
Mevsimler	kış	74	25,3
	ilkbahar	50	17,1
	yaz	56	19,1
	sonbahar	113	38,6
	Total	293	100,0

Rotavirüs pozitiflik oranı kızlarda yüzdesel olarak daha yüksek olmakla beraber cinsiyetler arasındaki farkın istatiksel olarak sınır değere çok yakın olduğu belirlenmiştir. Rotavirüs antijen pozitiflik oranları 6-24 ay yaş grubunda diğer yaş gruplarına göre ciddi olarak yüksek düzeyde bulunmuştur. Olgular en sık sonbahar mevsiminde, en az ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Rotavirüs çocukluk çağı gastroenteritlerinin başlıca nedenidir. Tüm dünyada ve ülkemizde ishal kaynaklı hastaneye yatışlara, ciddi morbidite ve mortaliteye sebep olmakta ve yüksek düzeyde tıbbi ve sosyal maliyete yol açmaktadır.

Rotavirüs infeksiyonu her yaş grubunda görülebilmekle birlikte semptomatik infeksiyon oranları en sık 2 yaş altı çocuklarda görülmektedir(11). İlk 6 ayda anne sütü ile beslenme ishallerin insidansını azaltmaktadır(12). 24 ay üzerinde ise rotavirüsün oluşturduğu kısmi bağışıklık ile rekürren infeksiyonlar daha hafif ve asemptomatik geçirilmektedir. Çalışmamızda da rotavirüs pozitifliği 6-24 ay yaş grubunda anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Ayrıca rotavirüs gastroenteritlerinin erkek cinsiyette daha fazla gördük.

Ilıman ülkelerde rotavirüs epidemileri özellikle soğuk aylarda (güz sonu, kış, ilkbahar başı) 4-5 aylık bir dönemde görülür ve kış aylarındaki pediatrik ishallerin yaklaşık % 50'sinin nedeni rotavirüslerdir. Tropikal ülkelerde rotavirüs yılın her döneminde görülmekte, bazı ülkelerde ise kurak dönemlerde daha sık gözlenmektedir(13). Ülkemizde yapılan çalışmalarda da çalışmanın yapıldığı bölgenin iklim koşullarına göre mevsimsel değişkenlik gözlendiğini göstermişlerdir. Ancak çalışmaların önemli bir kısmı kış ve ilkbahar mevsimlerinde daha fazla oranda görüldüğünü belirtmişlerdir(8,14). Biz bu çalışmada sonbahar ve kış mevsiminde daha fazla görüldüğünü tespit ettik. Rotavirüs ishalleri bölge, mevsim ve iklimden etkilenmektedir. Yapılan birçok çalışmada daha sık kış ve ilkbahar mevsiminde görülmektedir(15). Çalışmamızda ise en fazla olgu sonbahar'da (%38) ve kış (%25) mevsiminde tespit edildi. Diyarbakır ilinde 7783 raotavirüs olgusuyla yapılan bir çalışmada çalışmamızla uyumlu olarak sonbahar kış aylarında sıklığın daha fazla olduğu gösterilmiştir(16).

Sonuç olarak; özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde 6-24 ay yaş grubunda infeksiyöz gastroenteritlerde rotavirüsün önemi göz ardı edilmemelidir. Viral etkenlerin pozitifliğinin saptanması ile hem hasta kliniğinin öngörülmesi, hem de gereksiz antibiyotik kullanımının önlenmesi sağlanmış olacaktır. Ayrıca her bölgede görülme zamanın aynı olmadığını,

bölgemizde özellikle sonbahar ve kış aylarında görülen gastroenterit vakaları içerisinde rotavirus gastroenteritleri ile sık karşılaşıldığının bilinmesi önemlidir. Korunma için rotavirüs aşısı önerilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Kurugöl Z, Salman N. Rotavirüs infeksiyonları ve aşıları, ANKEM Derg 2008;22(3):160-70.
2. Biçer S, Şahin GT, Koncay B ve ark. Çocuk acil servisinde saptanan rotavirüs gastroenteriti olgularının sıklığı, J Pediatr Infect 2008;2(3):96-9.
3. Elliott EJ. Acute gastroenteritis in children, Brit Med J 2007;334(7583):35-40 http://dx.doi.org/10.1136/bmj.39036.406169.80 PMid:17204802 PMCid:1764079
4. Bozdayı G, Doğan B, Dalgıç B et al. Diversity of human rotavirüs G9 among children in Turkey, J Med Virol 2008;80(4):733-40. http://dx.doi.org/10.1002/jmv.21120 PMid:18297696
5. Cook SM, Glass RI, LeBaron CW, Ho MS. Global seasonality of rotavirus infections, Bull World Health Organ 1990;68(2):171-7. PMid:1694734 PMCid:2393128
6. Akdoğan D, Kılıç H, Öztürk M, Per H. 0-6 yaş grubu ishalli çocuklarda rotavirüs sıklığı, 9. Türk Klinik Mikrobiyoloji ve İnfeksiyon Hastalıkları Kongresi, Poster P293, İstanbul (1999).
7. Aşçı Z, Seyrek A, Kizirgil A, Özen A, Yılmaz M. 0-6 yaş grubu çocuk ishallerinde rotavirüs sıklığının ELISA ve lateks aglütinasyon yöntemleriyle araştırılması, İnfeksiyon Derg 1996;10(3):263-5.
8. Bayraktar B, Toksoy B, Bulut E. Akut gastroenteritli çocuklarda rotavirüs ve adenovirüs saptanması, Klimik Derg 2010;23(1):15-7.
9. Ustaçelebi Ş. Moleküler, Klinik ve Tanısal Viroloji, s.246-7, Güneş Kitabevi, Ankara (2004).
10. Koneman EW, Allen WMJ, Schrechenberger PC (eds). Diagnostic Microbiology, 6th ed. p.1389-93, JB Lippincott Co, Philadelphia (2006).

11. Ramsay M, Brown D. Epidemiology of group a rotaviruses, "Gray J, Desselberger U (eds). Rotaviruses: Methods and Protocols" kitabında s.217-36, Humana Press Inc., Totowa, NJ (2000).
12. Begue RE, Gastanaduy AS. Acute gastroenteritis virüses, "Armstrong D, Cohen J (eds). Infectious Diseases" kitabında s.581-4, Mosby Harcourt Publishers, Barcelona (1999).
13. Öztürk R. Reovirüs ailesi ve diğer gastroenterit virüsları, "Topçu WA, Söyletir G, Doğanay M (eds). İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyolojisi, 2.baskı" kitabında s.1226-31, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul (2002).
14. İnci A, Kurtoğlu MG, Baysal B. Bir eğitim araştırma hastanesinde rotavirüs gastroenteriti prevalansının araştırılması, İnfeksiyon Derg 2009; 23(2):79-82.
15. Yasa O, Ergüven M, Atakan SK, Çetiner N, Mısırlı T, Akkoç A. Yatarak izlenen rotavirüs vakalarimizin epidemiyolojik özellikleri ve nozokomiyal infeksiyon. Çocuk Dergi 2009; 9: 127-130
16. Samancı S, Köşker M, Çelik M, Araç E. Akut Gastroenteritli Çocuk Hastalarda Rotavirüs Enfeksiyonu Sıklığı. Van Tıp Derg, 2018; 25(4): 441-4.

POLİ (LAKTİK ASİT) (PLA) /MODİFİYE BENTONİT KİLİNE DAYALI POLİMER NANOKOMPOZİTLER

Dr. Öğr. Üyesi Duygu ANAKLI
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

Özet

Poli (laktik asit) (PLA), biyouyumlu, geri dönüştürülebilir ve yüksek şeffaflık özelliklerine dayanılarak biyomedikal uygulamalarda, 3D yazıcılarda ve gıda ambalajlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan biyobozunur polimerlerden biridir. Kırılganlık, düşük darbe mukavemeti ve düşük termal kararlılığı PLA'nın dezavantajlarıdır ve bu özelliklerin geliştirilmesi için yoğun çaba harcanmaktadır. Bu çalışmada PLA'nın başlıca termo-mekaniksel özelliklerini iyileştirmek için modifiye edilmiş Na-bentonit kili, çözücü döküm yöntemi ile PLA/Bentonit nanokompozitler hazırlamak için kullanılmıştır. Bentonit modifikasyonu CTAB (setiltrimetilamonyum bromür) yüzey aktif maddesi ile elde edilmiş ve kil performansında ve kil-PLA ile uyumluluğunda bir iyileşmeyle sonuçlanmıştır. Farklı çözücülerin (kloroform, diklorometan, kloroform-diklorometan ve tetrahidrofuran (THF)) hazırlanan nanokompozit filmlerin özellikleri üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poli (laktik asit) (PLA), Bentonit, Çözücü döküm metodu.

GİRİŞ

Fosil yakıtlardan üretilen petrokimyasal polimer tüketimi çevre için büyük sorun teşkil etmekte ve zarar vermektedir. Bu sebeple dünya çapında kontrol edilebilir özellikli bozunabilir materyallerdeki gelişmeler bilim insanları için büyük bir araştırma konusu olmaktadır.

İncelenen ilginç biyopolimerlerden biri olan Poli (laktik asit) (PLA), yarı-kristalin ya da amorf yapısıyla birlikte lineer bir alifatik termoplastiktir [1, 2]. Petrol ürünlerinden türetilen tipik sentetik polimerlerin aksine PLA, muz, tatlı patates, mısır gibi yüksek nişasta içeriğine sahip çeşitli bitkilerin fermentasyon prosesinden ekstrakte edilen laktik asitin (2-hidroksi propiyonik asit) esterleştirme işlemi ile oluşturulabilmektedir [2, 3]. PLA ayrıca biyolojik olarak parçalanabilen, biyouyumlu, geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir plastik olarak kullanılabilmekte ve çevre için oldukça güvenlidir [4]. Biyo-bozunurluğu, 500-1000 yıl arasında değişen sentetik polimerle kıyaslandığında birkaç aydan 2 yıla kadar

değişebilmektedir [3]. Bu sebeple PLA genellikle plastik torbalar, plastik ambalajlar, içki şişeleri, plastik bardaklar, sert plastik malzemeler, sofra takımı, araba parçaları, raflar, kovalar vb.'de kullanılmaktadır. PLA'nın en son uygulamalarından bir tanesi tıp alanındaki, vücut tarafından adsorbe edilebildiğinden dolayı diğerleri, suni deri, dikiş ipliği ameliyatı, ilaç kapsülleri ve ayrıca doku mühendisliği için kullanılıyor olmasıdır. Bununla birlikte, bu biyopolimer, diğer plastik polimerlerden daha düşük erime noktasına sahip olması dolayısıyla bir zayıflığa sahiptir. Ek olarak, PLA, sentetik polimerlerden daha düşük mekanik, ısıl ve gaz bariyer özellikleri göstermektedir. Kırılganlık, zayıf tokluk ve düşük termal kararlılığı da, PLA'nın dezavantajları arasında sayılabilmektedir. Bu nedenle, bu zayıflıkların üstesinden gelmek ve onları geliştirmek için, düşük maliyetleri ve genişletilmiş özelliklerine bağlı olarak nano-dolgu maddelerinin PLA'ya kopolimerizasyon ve karıştırma yöntemleriyle eklenmesi önerilmiştir. Böylelikle PLA-kil nanokompozitlerinin üretimi daha uygun bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır [1].

Tabakalar arasındaki yayılma ve genişleme kabiliyetine dayalı olarak kil belirgin bir şekilde dikkat çekmektedir. Bu özellikleriyle, kil bir polimerik kompozitin içine nano-dolgu olarak katılabilmektedir. Hazırlanan malzemenin oluşumunu ve performansını değiştirmek için ekonomik bir dolgu maddesi olarak kullanılan kil, volkanik külün bir mineral ayrışımıdır. Polimer nanokompozitlere dolgu maddesinin eklenmesinin amacı, polimeri daha kararlı, mekanik ve kimyasal olarak daha güçlü olduğu kadar ısıya karşı daha dayanıklı hale getirerek, otomotiv, tarım, sağlık ve paketleme endüstrisi gibi insan hayatı için çeşitli sektörlerde en iyi şekilde çalışabilmesi için materyal özelliklerini geliştirmek ve performansını artırmaktır. Çalışmada kullanılan bentonit, mineralojisi %80 montmorillonitten oluşan ($Al_2O_3.4SiO_2xH_20$) kimyasal formüle sahip bir kil olarak tanımlanmaktadır [4]. Bentonit mineralleri 2 µm'den küçük bir çapa sahip olup, silika, alüminyum oksit ve suyu bağlayan hidroksitlerden oluşan çeşitli filosilikattan oluşmuştur.

Bentonit-polimer nanokompoziti oluşturmak için çeşitli prosesler bulunmaktadır; bunlar yerinde polimerizasyon, çözeltinin eksfoliasyonu, eriyik interkalasyon ve çözücü-döküm yöntemi şeklinde örnek verilebilmektedir [5].

Bunlara ek olarak, PLA diğer biyopolimerlerle kıyaslandığında daha iyi bir termal işlenebilirliğe sahiptir ve ekstrüzyon, enjeksiyon kalıplama, hava basınçlı kalıplama, ısıl şekillendirme, lif eğirme ve film oluşturma ile işlenebilmektedir. Çözücü-döküm tekniği, film hazırlamak için yaygın olarak kullanılan bir metoddur ve çözme, dökme ve kurutma aşamalarını içermektedir. PLA'nın çözünmesi için asetonitril, kloroform, diklorometan ve tetrahidroforan gibi birçok organik çözücü kullanılabilmektedir [3].

Bu çalışmada PLA'nın bu zayıf özelliklerini iyileştirmek için, modifiye edilmiş bentonit kili kullanılarak çözücü döküm yöntemi ile filmler hazırlanmıştır. Bentonit kili CTAB

(setiltrimetilamonyum bromür) yüzey aktif maddesi ile modifiye edilmiş ve saf bentonite kıyasla modifiye bentonitin PLA ile uyumluluğunda artış gözlenmiştir. PLA polimerini farklı çözücülerin (kloroform, diklorometan, kloroform:diklorometan (%50:50v/v) ve tetrahidrofuran (THF)) çözmedeki gösterdiği davranışların, hazırlanan nano-kompozit filmlerin özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bentonitin modifiye edilmesi:

Bentonit ile PLA polimerinin arasındaki etkileşimi artırmak amacıyla organokil hazırlanması planlanmıştır. Bu amaçla kilin önce saflaştırması gerçekleştirilmiş ve katyon değişim kapasitesi (KDK) belirlenmiştir. KDK belirlenmesi ANSI/ASTM C837-76 standardına göre yapılmıştır. Bu yöntem, belirli pH ve derişimde hazırlanan metilen mavisi çözeltisinin kil tarafından absorpsiyonuna dayanmaktadır. Çalışmada santrifüjden alınan kilin en üst fazı ve altta kalan fazı toplandı. En üst fazın polimerimsi yapısından ve SEM görüntülerinden yapıda az da olsa biraz safsızlık, yani demir, kobalt gibi metaller bulunduğu belirlenmiştir. KDK hesaplanması için yapılan işlemlerden santrifüjden sonra bentonitin en üst kısmı için KDK değeri 101. 70 meq/100 g kil olarak bulunmuştur.

Sentezde kullanılan saflaştırılmış kil deneylerden önce 80 ºC'de 48 saat boyunca kurutulmuştur. Reaksiyon ortamına eklenecek yüzey aktif maddesi miktarı, kilin KDK'sına göre hesaplanmıştır. CTAB yüzey aktif maddesi için bu değer 370.65 mg/1 g kildir. Yaklaşık 5 g Na-Bentonit ve 400 ml saf su oda sıcaklığında 30 dk karıştırılmış, karışıma sürfaktantın eklenmesinden sonra karıştırma 2 saat daha 60 ºC'de devam etmiştir. Elde edilen karışımlar santrifüjlenmiş ve ardından etüvde 60 ºC'de kurutulmuştur.

PLA/Modifiye Bentonit filmlerin hazırlanması:

Çalışmalarda Poly (L-Laktid), ortalama min. 10,000 PDI olan polimer kullanılmıştır. PLA/Modifiye Bentonit filmleri çözücü döküm tekniğiyle hazırlanmıştır. PLA çözeltisi (% 5 w/v), PLA polimerinin (0,5 g) 10 ml kloroformda çözülmesi ve 4 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Kloroformdan başka çözücü olarak diklorometan (DCM), kloroform:diklorometan (%50:50 v/v) ve tetrahidrofuran (THF) çözücüleri kullanılmıştır. PLA/Modifiye Bentonit filmleri, modifiye bentonitin ağırlıkça % 5, 10 ve 20 gibi üç farklı oranının PLA çözeltisine eklenmesiyle elde edilmiştir. PLA/Modifiye Bentonit çözeltileri yaklaşık 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıyla karıştırılmış, ardından karışımlar 30 dk boyunca ultrasonik banyoya alınarak homojen çözelti (bentonitlerin tamamen dağıldığı) elde edilmeye çalışılmıştır. Hazırlanan karışımlar, cam petri kaba dökülmüş ve ince film elde etmek için önce çeker ocakta oda sıcaklığında, daha sonra filmlerde arta kalan çözücüyü tamamen

uzaklaştırmak için etüvde 40 ^{o}C'de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Sonuçta elde edilen filmler, 10 dakika boyunca distile suya batırıldıktan sonra petri kaplarından çıkarılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Na-bentonit kilinin modifiye edilmesiyle hazırlanan modifiye Na-bentonit kiliyle, biyobozunur ve mekanik açıdan zayıf bir polimer olan polilaktik asit polimerinden PLA/modifiye bentonit nanokompozitleri farklı çözücülerde hazırlanmıştır. PLA filmleri polar aprotik çözücülerde çözünebilirken, polar protik ve nonpolar çözücülerde çözünemezler. PLA filmlerin çözünmesinde hidrojen bağlanması en etkin özelliktir. PLA filmleri bazı organik çözücülere daldırıldıklarında dumanlı olmakta ve kimyasal yapısında hiçbir değişim gözlenmemektedir. Organik çözücülere daldırılan PLA filmleri farklı kristalin yapılara sahiptirler, bu kristalin yapı ve kristallenme organik çözücüden çok şişme derecesine bağlıdır [6].

Çalışmalarda çözücü olarak kullanılan kloroform, polar olmayan bir bileşendir ve PLA'yı çözme yeteneğinden dolayı yaygın şekilde kullanılmakta, ayrıca oda sıcaklığında buharlaşmakta ve transparan filmler oluşturmaktadır [7]. Amorf PLA örneğin tetrahidrofuran (THF), klorlanmış çözücüler, benzen, asetonitril ve dioksan gibi çoğu organik çözücüde çözünebilmektedir. Benzer şekilde PLA, kloroform ve tetrahidrofurana benzer refraktif indekse sahiptir. Diklorometan, kloroform gibi diğer çözücüler de PLA'yı çözmede geniş bir etki alanına sahiptirler [8]. Diklorometan (DCM), kloroforma benzer uçucu özelliği göstermekte ve kloroforma kıyasla PLA'yı daha az çözme yeteneğine sahiptir. Tetrahidrofuran (THF) ise oda sıcaklığında en az uçucu etkiye sahip çözücüdür.

Kloroform:diklorometan (%50:50 v/v) karışımı ise, her iki çözücünün sinerjik etkisinden yararlanarak yaklaşık 1 saatte PLA polimerini çözerek homojen bir görüntü elde edilmesini sağlamıştır. Bunun yanında CTAB ile modifiye bentonit kili ise, çözücülerin hepsinde ayrı ayrı çözünmüş ve ağırlıkça % oranına bağlı olarak kısmen homojen görüntü elde edilmiştir (ağırlıkça %20 CTAB-Bentonitinde dahi). Saflaştırılmış bentonit ise çözücülerin hiçbirinde istenilen homojenlik düzeyinde elde edilememiş ancak çözücülerde süspansiyon halinde kalmıştır.

SONUÇLAR

Yüksek molekül ağırlıklı PLA çözündüğünde renksiz, parlak ve sert bir termoplastik polimer şeklinde görünmektedir. Çalışmada PLA polimerini çözmede gözlemlenen bu üç çözücü (DCM, THF ve kloroform) de polar aprotik çözücülerdir ve bunların üçünde de polimerde çözünme gözlenmiştir. Ancak en iyi çözünme, en kısa sürede ve en transparan filmin elde edildiği Kloroform:diklorometan (%50:50 v/v) çözücü karışımında gözlenmiştir.

Yukarda belirtildiği gibi PLA THF'de kolayca çözünmesine rağmen, kuruduktan sonra elde edilen filmin renginin koyu ve transparanlıktan uzak oluşu, yapılan gözlemler sonucu PLA için

en uygun çözücünün Kloroform:diklorometan (%50:50 v/v) karışımı şeklinde olduğuna karar verilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] **Al-Mulla E. A. J.** (2011). Preparation of new polymer nanocomposites based on poly (lactic acid)/fatty nitrogen compounds modified clay by a solution casting process, Fibers and Polymers, 12, 4, 444-450.

[2] **Beneyto M. J., Ortuno N., Devis A., Aucejo S., Puerto M., Gutierrez-Praena D., Houtman J. Pichardo S., Maisanaba S., Jos A.** (2014). Use of nanoclay platelets in food packaging materials: technical and cytotoxicity approach, Food Additives & Contaminants, Part A, 31, 3, 354-363.

[3] **Saidi, M.A.A., Rahman, W.A.W.A., and Majid, R.A.** (2014). Effect of different solvents on the thermal, IR spectroscopy and morphological properties of solution casted PLA/starch films. Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences, 10, 1, 33-36

[4] **Salim, S., Agusnar, H., Wirjosentono, Tamrin, B., Marpaung, H., Rihayat, T., Nurhanifa and Adriana** (2018). Synthesis and innovation of PLA/clay Nanocomposite characterization againts to mechanical and thermal Properties, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 334 012047.

[5] **Suryani, Agusnar, H., Wirjosentono, B., Rihayat, T., and Nurhanifa** (2017). Improving the quality of biopolymer (poly lactic acid) with the addition of bentonite as filler, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 222, 012008.

[6] **Sato, S., Gondo, D., Wada, T., Kanehashi, S., Nagai, K.** (2013). Effects of Various Liquid Organic Solvents on Solvent-Induced Crystallization of Amorphous Poly(lactic acid) Film, J. Appl. Polym. Sci.

[7] **Sitompul, J., Setyawan, D., Kim, D. Y. J., Lee, H. W.** (2016). Synthesis of PDLLA/PLLA-bentonite nanocomposite through sonication, AIP Conference Proceedings 1725, 020080.

[8] **Choudhury, M., Mohanty, S., and Nayak, S.** (2014). Effect of Different Solvents in Solvent Casting of Porous Pla Scaffolds – In Biomedical and Tissue Engineering Applications, J Tissue Sci Eng., 6:1.

ELECTROCHEMICAL EXFOLIATION OF GRAPHITE TO GRAPHENE NANOSTRUCTURES USING IONIC LIQUIDS

Assist. Prof. Dr. Duygu ANAKLI
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Sivas, Turkey

Abstract

Graphene, a two-dimensional (2D) material, has shown much promise as a rising star in today's world with its outstanding properties such as electrical and thermal conductivity, optical, mechanical and ferromagnetic properties at room temperature. With these unique properties, graphene is especially used in the nanoelectronics, aerospace, automotive industry and biomedical fields, and hence mass production of graphene is desired.

In this study, graphene nanostructures were prepared by electrochemical exfoliation of graphite rods in ionic liquids as electrolytes. Raman, UV-Vis Spectroscopy and FTIR techniques were used to characterize the prepared graphene nanomaterials.

Keywords: Electrochemical exfoliation, Ionic liquids, Graphene

INTRODUCTION

Graphene has been suggested as an extraordinary material among the scientists due to its exceptional mechanical, electrical, and thermal properties [1]. Among the various synthesis methods, electrochemical exfoliation of graphite rods in liquids is an important typical top-down method for the production of graphene based nanomaterials [2-3]. The advantages of the method can be classified as being a fast, simple instrumentation and room temperature conditions. In order to synthesize graphene by the electrochemical exfoliation of graphitic the different electrolytes are used, such as organic solvents, strong acids and ionic liquids.

Ionic liquids (ILs) have been extensively used for green chemistry applications due to their specific properties that include high ionic conductivity, nonvolatility, and high chemical and thermal stability [4].

Herein, a highly efficient electrochemical exfoliation of graphite rod to synthesize graphene in aqueous ionic liquid (triethylsulfonium bis(trifluromethylsulfonyl)imide) medium is reported. The experimental conditions were examined by Raman and UV-Vis spectroscopy. Graphene nanosheets were also characterized by FTIR technique.

MATERIALS AND METHOD

Graphite rod and Pt wire were used as anode and cathode electrodes, respectively. The distance between the anode and cathode was set to 2 cm. The exfoliations started at 20 V constant bias for 4 h at room temperature. The exfoliated product deposited in the cell was then collected by vacuum filtration with a PTFE membrane filter having a pore size of 0.2 µm, followed by washing with a large amount of DI water to remove impurities. The slurry was dried at 60 °C for 24 hours under vacuum.

RESULTS AND DISCUSSION

Raman Spektroscopy

From the literature, the characteristic bands for few-layered graphene nanoplatelets have been appeared around 1354 cm^{-1}, 1590 cm^{-1} and 2700 cm^{-1}, corresponding to D, G and 2D bands, respectively. The defect density in the carbon structure is measured by the I_D/I_G ratio [5].

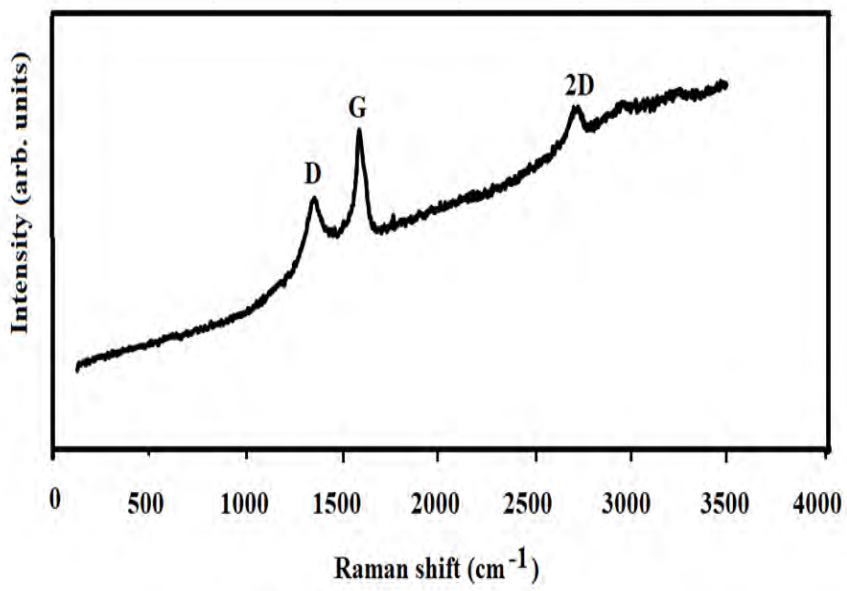


Figure 1. Raman spectrum of graphene nanosheets with ionic liquid

From Figure 1, it is seen that the G band of the sample broadened and shifted to higher wavelength (1588 cm^{-1}) compared to graphite rod (1583 cm^{-1}) after the exfoliation. In addition,

the broadened 2D band (2723 cm^{-1}) and the increased I_D/I_G ratio as 0,79, show that the obtained nanomaterials resemble the graphene nanosheets [6].

FTIR Spectroscopy

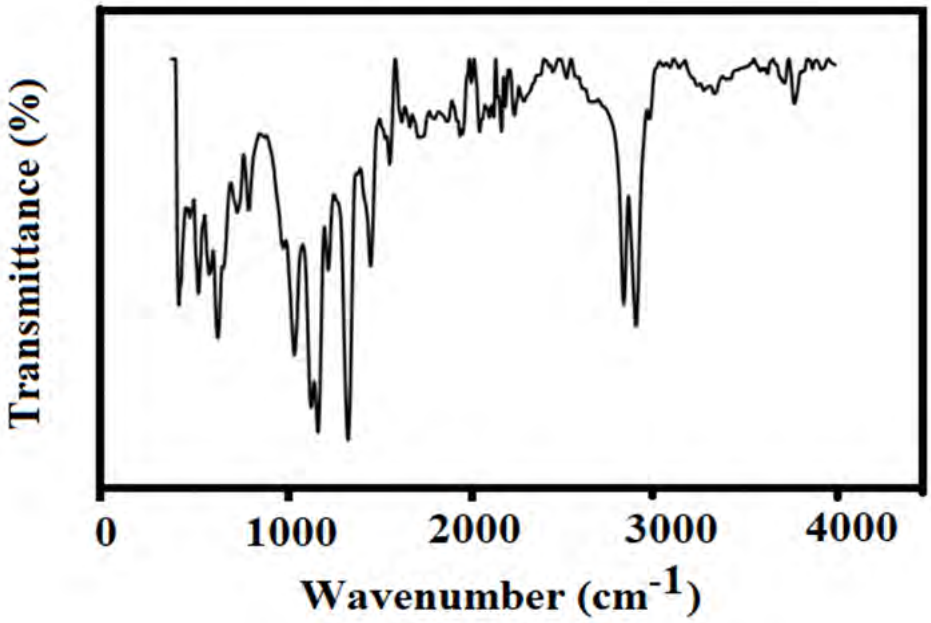


Figure 2. FTIR spectra of graphene nanosheets with ionic liquid

Figure 2 represents the FTIR spectrum of the nanomaterial after the electrochemical exfoliation with ionic liquid. From Fig. 2, the band at ~1569 cm^{-1} is due to C=C skeletal vibrations of the aromatic stretch, the band at ~1725 cm^{-1} is a strong indication of the carbonyl reduction of graphene oxide and the band at ~1180 cm^{-1} can be associated with C-O stretching. It is seen that –OH tensile bands centered at 3400 cm^{-1} which is the signature of graphene oxide decreased significantly. The two sharp peaks corresponding to 2848-2915 cm^{-1} correspond to the C-H tensile vibration, which can be caused by the opened ring of epoxy. From the FTIR spectrum above, it is seen that this nanomaterial prepared with ionic liquid is similar to the graphene structure [7].

UV-Vis Spectroscopy

Figure 3 shows the UV-vis spectrum of sample after electrochemical exfoliation and exhibits a peak approximately at 252 nm, a typical $\pi \rightarrow \pi*$ transition for the aromatic C=C bond in graphene and another peak at 297 nm due to $n \rightarrow \pi*$ transitions of the carbonyl groups [4, 8]. It was confirmed that multilayer graphene structures were obtained with the peak achieved at 252 nm from the UV-Vis spectra.

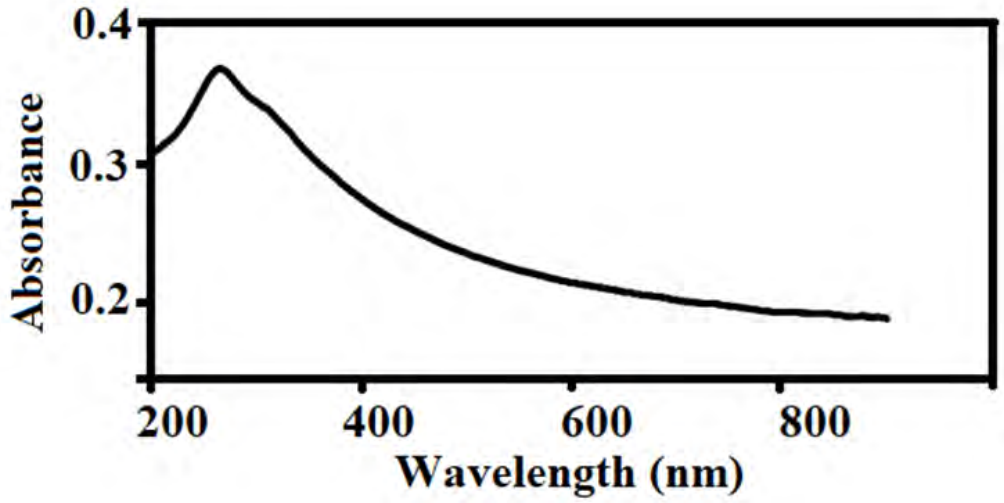


Figure 3. UV-vis spectrum of graphene nanosheets with ionic liquid.

CONCLUSION

In the present work graphene nanosheets were successfully synthesized via a simple, greener and low cost electrochemical exfoliation method using ionic liquid (triethylsulfonium bis(trifluromethylsulfonyl)imide) as electrolyte for 4 hours. The prepared graphene nanosheets were called as "ionic liquid functionalized graphene" and was characterized by UV-Vis, FTIR and Raman spectroscopy and these techniques confirmed the formation of multilayer graphene nanosheets.

Acknowledgments: This study was supported by Sivas Cumhuriyet University Scientific Research Projects (CÜBAP), project number as M559.

REFERENCES

[1] **Wei, P., Shen, J., Wu, K., Yang, N.** (2019). Defect-dependent electrochemistry of exfoliated graphene layers. Carbon, 154, 125.

[2] **Buzaglo, M., Bar, I.P., Varenik, M., Shunak, L., Pevzner, S., Regev, O.** (2017). Graphite-to graphene: total conversion, Adv. Mater., 29, 1603528.

[3] **Abdelkader, A.M., Cooper, A.J., Dryfe, R.A.W., Kinloch, I.A. (2015).** How to get Between the sheets: a review of recent works on the electrochemical exfoliation of graphene materials from bulk graphite, Nanoscale 7, 6944e6956.

[4] **Singh, V. V., Gupta, G., Batra, A., Nigam, A. K., Boopathi, M., Gutch, P. K., Tripathi, B. K., Srivastava, A., Samuel, M., Agarwal, G. S., Singh, B., Vijayaraghavan, R.** (2012). Greener Electrochemical Synthesis of High Quality Graphene Nanosheets Directly from Pencil and its SPR Sensing Application, Adv. Funct. Mater., 22, 2352.

[5] **Sahoo, S. K., and Mallik, A.** (2015). Simple, Fast and Cost-Effective electrochemical synthesis of few layer graphene nanosheets. *NANO: Brief Reports and Reviews*, 10, 2, 1550019-1550029.

[6] **Dang, T. T., Pham, V. H., Hur, S. H., K,m, E. J., Kong, B. S., Chung, J. S.** (2012). Superior dispersion of highly reduced graphene oxide in N-N-dimethylformamide, *J. Colloid Interface Sci.,* 376, 1, 91–96.

[7] **Feng, H., Cheng, R., Zhao, X., Duan X. and Li J.** (2013). A low-temperature method to produce highly reduced graphene oxide. *Nature Communications*, 4:1539, 1-7.

[8] **Li, D., Muller, M. B., Gilje, S., Kaner, R. B., Wallace, G. G.** (2008). Processable aqueous dispersions of graphene nanosheets. *Nat. Nanotechnol.*, 3, 101.

MANYETIK Fe_3O_4/AC NANOPARTİKÜLLERİNİN YENİ BİR ADSORBENT OLARAK SENTEZLENMESİ VE BENZENİN GAZ ADSORPSİYONUNDA KULLANIMININ İNCELENMESİ

SYNTHESIS OF MAGNETIC Fe_3O_4/AC NANOPARTICLES AS A NEW ADSORBENT AND INVESTIGATION OF THE USE OF BENZENE IN GAS ADSORPTION

Mehmet Şakir Ece
Dr. Öğr. Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi
Ömer ŞAHİN
Prof. Dr. Siirt Üniversitesi
Sinan Kutluay
Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, manyetik Fe_3O_4/AC nanopartikülleri nanoteknoloji prensipleri çerçevesinde sentezlenmiştir. Sentezlenen bu manyetik nano-adsorbent, önemli uçucu organik bileşiklerden olan benzenin gaz adsorpsiyonunda kullanılmıştır. Adsorpsiyon uygulamasında adsorpsiyon süresi (dk.), başlangıç konsantrasyonu (ppm) ve sıcaklık (°C) parametleri incelenmiş, bu parametrelerin adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkileri merkezi kompozit tasarım (MKT) temelli yanıt yüzeyi metodu (YYM) kullanılarak optimize edilmiştir. Parametler arasındaki korelasyonu daha iyi yorumlamak adına >%95 güven düzeyine sahip varyans analizi (ANOVA) yaklaşımı başarıyla uygulanmış, korelasyonlar karşılaştırılmıştır. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından bir ampirik model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9946) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin 54,87 dakika adsorpsiyon süresi, 17,87 ppm başlangıç benzen konsantrasyonu ve 27,15°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. MKT temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki benzen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 282,40 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 277.95 mg/g olarak bulundu. Çalışmada elde edilen sonuçlar, manyetik Fe_3O_4/AC nanopartiküllerin en önemli uçucu organik bileşiklerden biri olan benzenin gaz fazı adsorpsiyonu için manyetik alan altında yüksek verimlilik, düşük maliyet ve kolay saflaştırma konusunda umut veren bir adsorbent olarak uygulanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Benzen adsorpsiyonu, Manyetik Fe_3O_4/AC nanopartikülleri, Merkezi kompozit tasarım (MKT), Nanoteknoloji, Yanıt yüzey yöntemi.

Abstract

In this study, magnetic Fe_3O_4/AC nanoparticles were synthesized within the framework of nanotechnology principles. This synthesized magnetic nano-adsorbent was used in gas adsorption of benzene, one of the important volatile organic compounds. In adsorption application, adsorption time (min.), initial concentration (ppm) and temperature (°C) parameters were examined and the effects of these parameters on adsorption capacity were optimized by using central composite design (CCD) based response surface method (RSM). In order to better interpret the correlation between the parameters, the variance analysis (ANOVA) approach with a confidence level of >95% was successfully applied and the correlations were compared. An empirical model was developed by the RSM to estimate the output response. ANOVA was derived from a satisfactory prediction of the regression model with a high regression coefficient value (R^2 = 0.9946). The maximum adsorption capacity of the multivariate experimental design was determined under optimal process conditions with an adsorption time of 54.87 min, an initial benzene concentration of 17.87 ppm and an adsorption temperature of 27.15°C. The maximum adsorption capacity was found to be 282.40 mg/g according to the proposed model for benzene in the gas phase under the optimum adsorption conditions using CCD based RSM. The maximum adsorption capacity for benzene was found to be 277.95 mg/g by the verification assay under optimum conditions. The results obtained in this study showed that magnetic Fe_3O_4/AC nanoparticles can be applied as one of the most important volatile organic compounds, benzene, as a promising adsorbent for gas phase adsorption under magnetic field with high efficiency, low cost and easy purification.

Keywords: Benzene adsorption, Central composite design (CCD), Magnetic Fe_3O_4/AC Nanoparticles, Nanotechnology, Response surface method (RSM),

1. GİRİŞ

Benzen, uçucu organik bileşiklerin ana katkılarından biridir ve çevre kirliliğine neden olur. Bu kirletici, ağır sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu sağlık tehlikeleri arasında göz, cilt veya boğaz tahrişi, baş ağrısı, bulantı, yorgunluk, baş dönmesi, solunum hastalığı, mukusun zayıflaması, karaciğere ve merkezi sinir sistemine zarar, kanser ve olgunlaşmamış ölüm sayılabilir. İnsan sağlığı ve çevre için son derece tehlikeli olan bu toksik ürün, özellikle Petrol rafinaj işlemleri, petrokimya üretimi, petrol depolama işlemleri sırasında tanklardan, araç karbüratörlerinden ve benzin istasyonlarından buharlaşan otomotiv egzozu veya yakıtlarından yayılır. Genel olarak, egzoz borularından çıkan hava kirletici emisyonlarının kalitesi ve miktarı, yakıt bileşimine yakından bağlıdır. Tüketici ürünlerinden, inşaat malzemelerinden, boyalardan ve yapışkanlardan kaynaklanan emisyonlar da etkilidir. Tütün dumanı da bu kirleticinin bir kaynağıdır (Wallace 1989).

Sanayi sektörleri havadaki gaz oranlarını önemli ölçüde bozmaktadır. Hava kalitesindeki olumsuz etkiler olumsuz sağlık etkilerine sebep olmaktadır. Zehirli gazların ortam atmosferine girişini azaltmak, bununla beraber azaltma stratejileri geliştirmek hayati bir zorunluluktur. Bu

sebeple kirletici giderimi yöntemleri önem kazanmaktadır. Nanoteknolojinin hayatımıza girmesiyle Nanoteknoloji, diğer bütün alanlarda olduğu gibi Adsorpsiyon teknolojisinde de gelenekselin dışında çarpıcı bir o kadar güzel çözümler sunmaktadır. Fe_3O_4, nanoteknolojik araştırmalarda geniş çapta çalışılan yaygın bir materyaldir. Yüksek yüzey alanı, düşük maliyet, toksik olmayan ve biyouyumluluk gibi manyetik özelliklerinden ötürü büyük ilgi görmüştür. Farklı analitik, endüstriyel sorunları, etkili bir şekilde çözmektedir. Fe_3O_4, adsorpsiyon için yüksek yüzey alanları sunar, manyetik özelliği sayesinde geri kazanmayı kolaylaştırır ve en önemlisi düşük toksisiteye sahiptir. Boyut, yüzey alanı, adsorptivite, elektronik ve katalitik özellikler gibi benzersiz özelliklerinden dolayı çevresel iyileştirme için yeşil ve güvenli bir seçenek olmaktır (Connie and Ariya 2015).

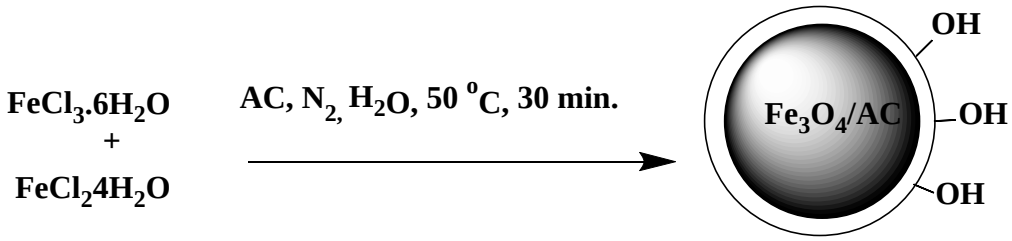
Bu çalışma, manyetik Fe_3O_4/AC nanopartiküllerinin benzenin gaz adsorpsiyonu uygulamasına odaklanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

- *Nano-adsorbentin sentezlenmesi*

Benzen gaz fazı adsorpsiyon uygulamasında kullanılan manyetik nano-adsorbent, birlikte çökeltme yöntemiyle sentezlendi.

Fe_3O_4/AC'ü sentezinde basit ve uygun bir yaklaşım olan birlikte çökeltme metodu kullanıldı. Fe^{+3}: Fe^{+2}, oranları stokiyometrik olarak 2:1 olacak şekilde 4 mmol $FeCl_3.6H_20$ ve 2 mmol $FeCl_2.4H_2O$ karışımı 50 ml deiyonize su içinde dağıtıldı, bunun üzerine (Fe^{+2} + Fe^{+3}): (AC) kütle oran 4: 1 olacak şekilde AC eklendi. 10 dakika sonikasyonu yapılan karışıma, birlikte çökeltme aşaması için 10 ml NH_3 çözeltisi damla damla ilave edildi. Argon atmosferi altında 50 ° C'de 30 dakika boyunca karıştırmaya devam edildi. Elde edilen Fe_3O_4@AC manyetik ayırma ile ayrıldı, deiyonize su ve etanol ile kurutuldu, vakumlu bir fırında 60 ^{0}C'de 24 saat kurutuldu (Bhatia, Datta et al. 2018) Manyetik Fe_3O_4/AC Nanopartiküllerin sentezi şematik olarak şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil-1. Fe_3O_4/AC nanopartiküllerin sentezi şematik gösterimi

- *Benzenin gaz adsorpsiyonu*

Benzenin gaz adsorpsiyonunda kullanılan metot, Kutluay ve ark. tarafından yapılan çalışmada detaylı bir şekilde ifade edilen gaz kromatografi yöntemi referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerdeki analizler üç kez tekrar edilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesi, aşağıdaki Eşitlik-1 kullanılarak hesaplanmıştır (Kutluay, Baytar et al. 2019).

$$q_t = \frac{F}{m}\int_0^t (C_{in} - C_{eff})dt \quad \textbf{(1)}$$

Burada, q_t (mg g^{-1}), adsorpsiyon kapasitesidir, m (g) adsorbent miktarıdır, F (L.dk^{-1}) gaz akış hızıdır.

➢ *Deneysel tasarım*

Merkezi kompozit tasarım (MKT) temelli yanıt yüzey metodu (YYM) kullanılarak adsorpsiyon süresi (A), başlangıç konsantrasyonu (B) ve sıcaklık (C) bağımsız değişkenleri ile adsorpsiyon kapasitesi (q_e, mg/g) yanıtı arasındaki ilişki modellendi. Bağımsız değişkenlerin tasarım noktalarına ait değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Merkezi kompozit tasarım için prosesin bağımsız değişkenleri ve seviyeleri.

Bağımsız değişkenler	**Sembol**	**Merkezi kompozit tasarımdaki seviyeler**				
		-α (-1,682)	-1	0	1	+α (+1,682)
Adsorpsiyon süresi (dakika)	A	6,36	20	40	60	73,64
Başlangıç konsantrasyonu (ppm)	B	6,59	10	15	20	23,41
Sıcaklık (°C)	C	19,87	25	33	40	45,11

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

MKT yaklaşımı ile oluşturulan deney tasarımına göre yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de sunulmaktadır.

Çizelge 2. MKT ve sonuçları.

Deney No	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Yanıt
	A:Zaman dk	B:Konsantrasyon ppm	C:Sıcaklık °C	Adsorpsiyon kapasitesi mg/g
1	60	20	25	282
2	20	20	40	110
3	40	15	45.1134	162
4	60	10	25	223
5	20	10	40	55
6	40	15	32.5	233
7	60	10	40	210
8	20	10	25	105
9	6.36414	15	32.5	55
10	40	15	32.5	230
11	40	15	32.5	232
12	20	20	25	198
13	40	6.59104	32.5	115
14	40	15	19.8866	266
15	73.6359	15	32.5	245
16	40	23.409	32.5	236
17	60	20	40	210

Çizelge 3. Kuadratik model yüzeyinin varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Kaynak	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler toplamı	*F*-değeri	*p*-değeri	
Model	82346.79	9	9149.64	142.09	< 0.0001	Anlamlı
A-Süre (dk)	44154.78	1	44154.78	685.72	< 0.0001	
B-Konsantrasyon (ppm)	12338.69	1	12338.69	191.62	< 0.0001	
C-Sıcaklık (°C)	11593.41	1	11593.41	180.05	< 0.0001	
AB	990.13	1	990.13	15.38	0.0057	
AC	351.12	1	351.12	5.45	0.0522	
BC	1176.13	1	1176.13	18.27	0.0037	
A^2	9772.66	1	9772.66	151.77	< 0.0001	
B^2	4704.05	1	4704.05	73.05	< 0.0001	
C^2	523.64	1	523.64	8.13	0.0246	
Kalıntı	450.74	7	64.39			
Model uygunsuzluğu	446.07	5	89.21			
Saf Hata	4.67	2	2.33			
Toplam	82797.53	16				

R^2 = 0,9946, $R^2_{düzeltilmiş}$ = 0,9876, $R^2_{tahmini}$ = 0,9579, Yeterli hassasiyet (Adeq precision) = 37,80

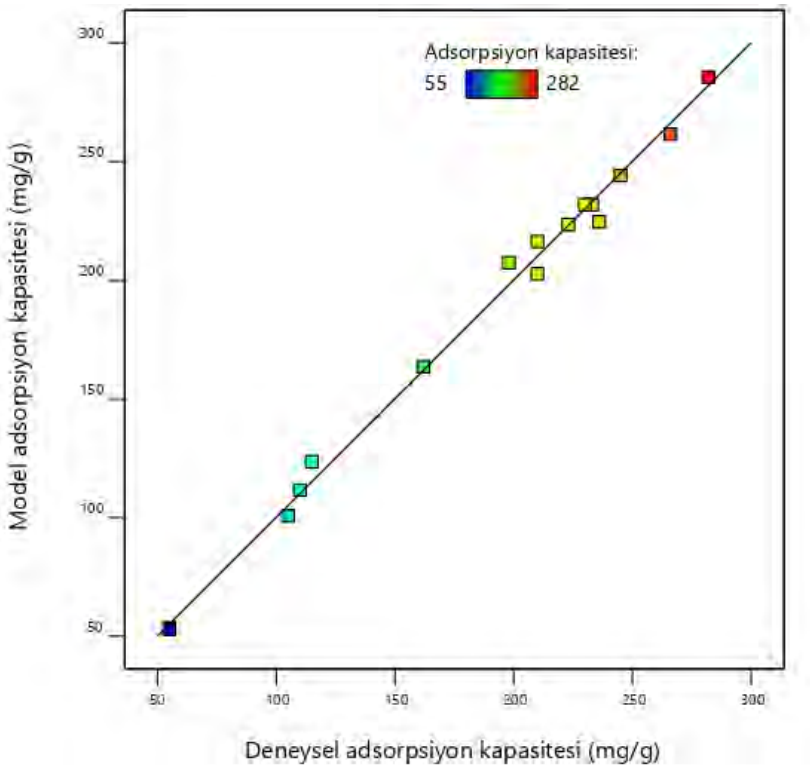
Gaz-fazı benzen adsorpsiyonu için elde edilen modelin doğruluğunu kontrol etmek için varyans analizi (ANOVA) gibi bazı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin, ANOVA sonuçlarına göre ikinci dereceden (Quadratic) denkleme uyan bir model olduğu önerilmiştir. Yanıt değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için MKT yaklaşımı ile önerilen ikinci derece polinom fonksiyonunun varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre, gaz-fazı benzenin adsorpsiyon kapasitesi ANOVA sonuçları ile belirlenen modelin 142.09 olan F değerinin anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, modelin *p* değerinin 0.05'ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu 0.1'den büyük olması ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Elde edilen modele göre *p* değerlerinin 0.1'den küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Gaz-fazı benzen adsorpsiyonu için 0,9876 olan $R^2_{tahmini}$ değeri ile 0,9946 olan $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri arasında çok az bir fark olması nedeniyle oldukça iyi bir uyum söz konusudur. Bu sonuç, modelin yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiştir.

3.1. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasitelerinin karşılaştırılması

Gaz fazı adsorpsiyon prosesinin, ANOVA sonuçlarına göre quadratic denkleme uyan bir model olduğu önerilmiştir. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasitelerinin karşılaştırılması Şekil 2'de verilmiştir. Gaz fazı adsorpsiyon prosesinin, ANOVA sonuçlarına göre quadratic denkleme uyan bir model olduğu önerilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesi q_t'nin, süre, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tekli ve çoklu etkileri altındaki değişimini ifade eden model denklem kuadratik model yardımı ile çıkarılmış olup aşağıdaki Eşitlikte verildiği gibidir:

$q_t = - 442,36 + 8,96A + 45,48B + 7,07C - 0,11AB + 0,04AC - 0,32BC - 0,07A^2 – 0,82B^2 – 0,12C^2$

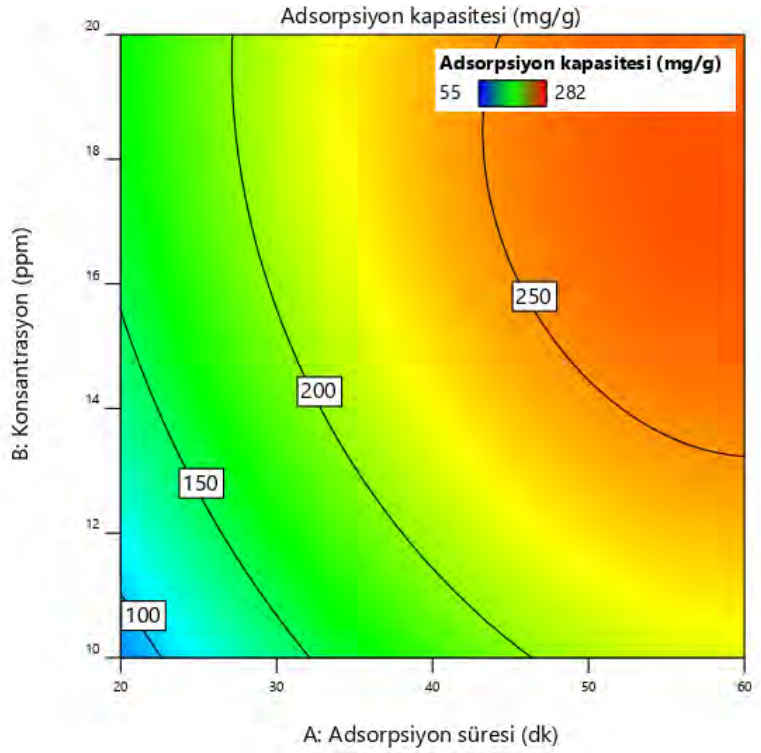
Eşitlikte, q_t (mg/g) prosesin yanıtı olan benzenin adsorpsiyon kapasitesini, A, B ve C bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu modelin geçerliliğini göstermek için deneysel ve modele göre belirlenen benzen adsorpsiyon kapasiteleri (mg/g) sonuçları karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasitelerinin karşılaştırılması

3.2. Adsorpsiyon kapasitesine süre ve başlangıç konsantrasyonunun etkisi

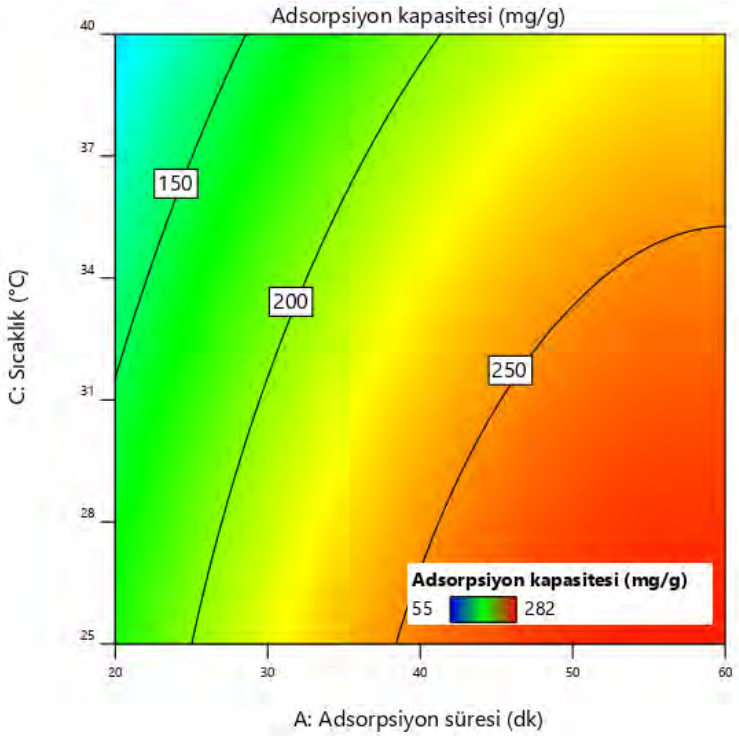
Adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonunun benzen adsorpsiyon kapasitesine etkisinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'den görüleceği gibi artan adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu ile birlikte adsorpsiyon kapasitesi de artmıştır. Ortaya çıkan bu sonuç, benzen adsorpsiyon kapasitesinin süreye ve başlangıç konsantrasyonuna bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Adsorpsiyon kapasitesine; süre ve başlangıç konsantrasyonunun etkisini gösteren 2 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı=0.09 g, gaz akış hızı= 100 mL/dk)

3.3. Adsorpsiyon kapasitesine süre ve sıcaklığın etkisi

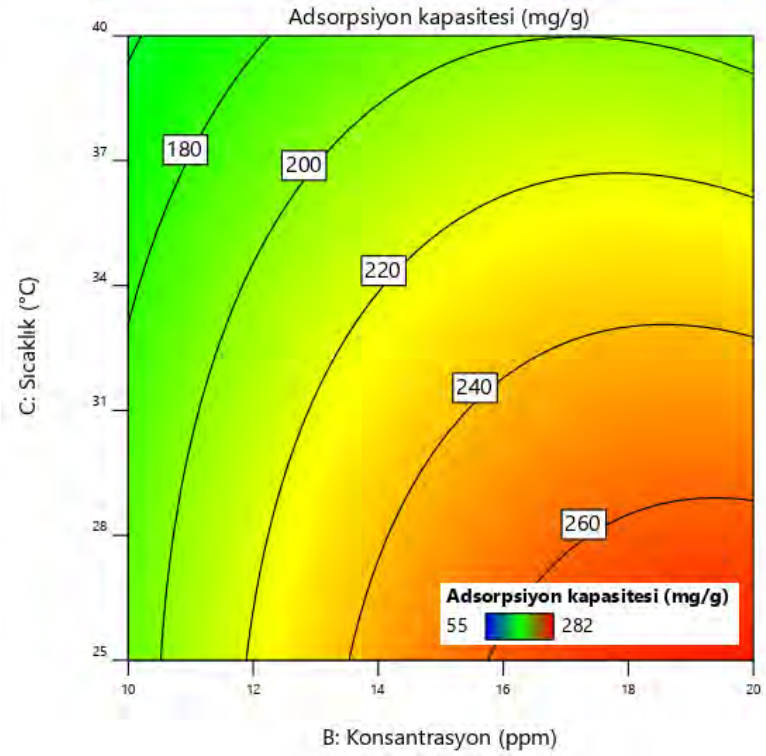
Adsorpsiyon süresi ve sıcaklığın benzen adsorpsiyon kapasitesine etkisinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4'den görüleceği gibi, adsorpsiyon kapasitesinin artan adsorpsiyon süresi ile birlikte artarken, sıcaklık artışı ile birlikte ise düşmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, benzen adsorpsiyon kapasitesinin hem süreye hem de sıcaklığa bağlı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 4. Adsorpsiyon kapasitesine; süre ve sıcaklığın etkisini gösteren 2 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı=0.09 g, gaz akış hızı= 100 mL/dk)

3.4. Adsorpsiyon kapasitesine başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığın etkisi

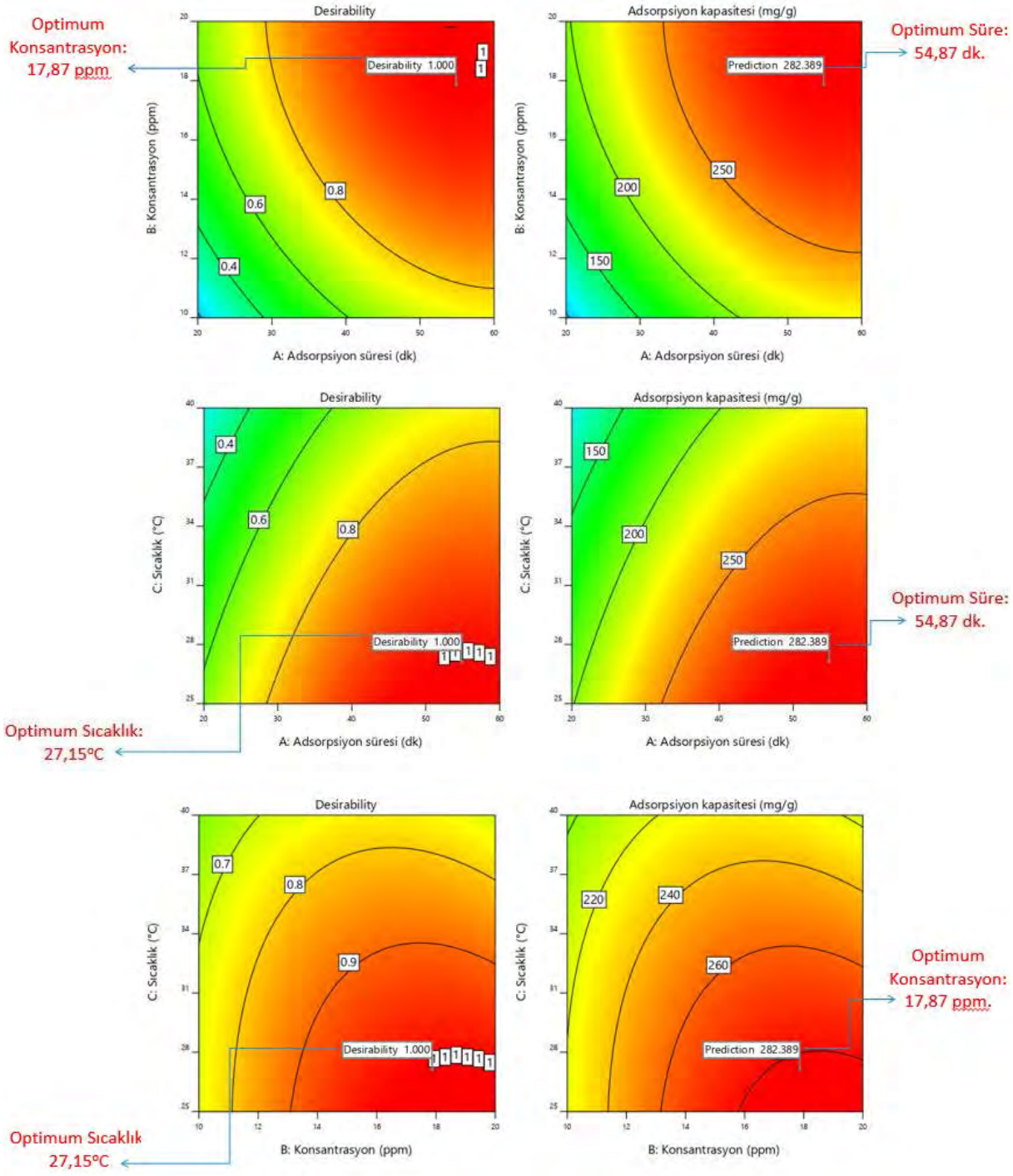
Başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığın benzen adsorpsiyon kapasitesine etkisinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'den görüleceği gibi, adsorpsiyon kapasitesinin artan başlangıç konsantrasyonu ile birlikte artarken, sıcaklık artışı ile birlikte ise düşmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, benzen adsorpsiyon kapasitesinin hem başlangıç konsantrasyonuna hem de sıcaklığa bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Adsorpsiyon kapasitesine; başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığın etkisini gösteren 2 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı=0.09 g, gaz akış hızı= 100 mL/dk)

3.5. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi için proses parametrelerinin optimizasyonu

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon prosesinin temel amacı, benzen için maksimum gaz adsorpsiyon kapasitesi değerlerinin elde edildiği deneysel değişken seviyelerinin bir kombinasyonunu bulmaktır. Nano-adsorbent kullanılarak yürütülen adsorpsiyon prosesinde, benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesini bulmak amacıyla MKT metodu etkili bir araç olarak uygulanarak optimum parametrelerin numerik değerleri belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir. Belirlenen optimum proses koşulları altında, benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 282.40 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 277.95 mg/g olarak bulundu. Bu sonuç değerlendirildiğinde, önerilen model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 6. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi için optimum proses parametreleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, manyetik Fe_3O_4/AC nano-adsorbentinin benzene karşı gaz adsorpsiyon özellikleri incelendi. Bu amaçla, MKT temelli YYM uygulanarak, adsorpsiyon prosesi üzerine önemli derecede etkisi bulunan adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi adsorpsiyon koşullarının deneysel tasarımı ve optimizasyonu gerçekleştirildi. MKT temelli YYM, adsorpsiyon koşulları ile adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek üzere ANOVA kullanılarak başarıyla uygulandı.

Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından bir ampirik model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9946) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin 54,87 dakika adsorpsiyon süresi, 17,87 ppm başlangıç benzen konsantrasyonu ve 27,15°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. MKT temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki benzen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 282,40 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 277.95 mg/g olarak bulundu.

KAYNAKLAR

1. Bhatia, D., et al. (2018). "Adsorption study for the separation of isonicotinic acid from aqueous solution using activated carbon/Fe3O4 composites." Journal of Chemical & Engineering Data **63**(2): 436-445.

2. Connie, Z. Y. and P. A. Ariya (2015). "Co-adsorption of gaseous benzene, toluene, ethylbenzene, m-xylene (BTEX) and SO2 on recyclable Fe3O4 nanoparticles at 0–101% relative humidities." Journal of Environmental Sciences **31**: 164-174.

3. Kutluay, S., et al. (2019). "Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for dynamic adsorption of benzene in gas phase onto activated carbon produced from elaeagnus angustifolia seeds." Journal of Environmental Chemical Engineering **7**(2): 102947.

4. Wallace, L. A. (1989). "Major sources of benzene exposure." Environmental Health Perspectives **82**: 165-169.

SİLİKA KAPLI VE AKTİF KARBON DESTEKLİ MANYETİK Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENT KULLANILARAK TOLUENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONU

OPTIMIZATION OF TOLUENE GAS ADSORPTION PROCESS USING SILICA COATED AND ACTIVATED CARBON SUPPORTED MAGNETIC Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENT

Mehmet Şakir Ece
Dr. Öğr. Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi
Sinan Kutluay
Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi
Ömer ŞAHİN
Prof. Dr. Siirt Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, toluenin Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanopartikülleri ile etkileşimini araştırdık. Manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanopartikülleri nanoteknoloji prensipleri çerçevesinde sentezlenmiştir. Sentezlenen bu manyetik nano-adsorban, önemli uçucu organik bileşiklerden olan toluenin gaz adsorpsiyonunda kullanılmıştır. Adsorpsiyon uygulamasında adsorpsiyon süresi (dk.), başlangıç konsantrasyonu (ppm) ve sıcaklık (°C) parametleri incelenmiş, bu parametrelerin adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkileri Box-Behnken deneysel tasarım ve yanıt yüzey metodu (YYM) kullanılarak optimize edilmiştir. Parametreler arasındaki korelasyonu daha iyi yorumlamak adına >%95 güven düzeyine sahip varyans analizi (ANOVA) yaklaşımı başarıyla uygulanmış, korelasyonlar karşılaştırılmıştır. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2= 0,9982) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin 39,91 dakika adsorpsiyon süresi, 13,90 ppm başlangıç toluen konsantrasyonu ve 26,53°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. Box-Behnken temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki toluen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 421,30 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 418.14 mg/g olarak bulundu. Çalışmada elde edilen sonuçlar, pratik olarak elde edilebilen ve çevre dostu malzemeler olarak manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanopartiküllerin en önemli uçucu organik bileşiklerden biri olan toluenin gaz fazı adsorpsiyonu için adsorpsiyon potansiyeli yüksek, yüksek verimlilik, düşük maliyet ve kolay saflaştırma konusunda umut veren bir adsorban olarak uygulanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Box-Behnken deneysel tasarım, Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanoparçacıkları, Nanoteknoloji, Toluen adsorpsiyonu, Yanıt yüzey yöntemi

Abstract

In this study, we investigated the interaction of toluene with Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanoparticles. Magnetic Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanoparticles were synthesized within the framework of nanotechnology principles. This synthesized magnetic nano-adsorbent was used in the gas adsorption of toluene, one of the important volatile organic compounds. In adsorption application, adsorption time (min.), initial concentration (ppm) and temperature (°C) parameters were examined and the effects of these parameters on adsorption capacity were optimized by using central Box-Behnken experimental design and response surface method (RSM). In order to better interpret the correlation between the parameters, variance analysis (ANOVA) approach with a confidence level of >95% was successfully applied and correlations were compared. ANOVA was derived from a satisfactory prediction of the regression model with a high regression coefficient value (R^2 = 0.9982). The maximum adsorption capacity of the multivariate experimental design was determined under optimal process conditions with an adsorption time of 39.91 minutes, an initial toluene concentration of 13.90 ppm and an adsorption temperature of 26.53°C. Under optimal adsorption conditions using Box-Behnken based RSM, maximum adsorption capacity was determined as 421,30 mg/g according to the model proposed for gas phase toluene. The maximum adsorption capacity for toluene was found to be 418.14 mg/g by the verification test under optimum conditions. The results obtained in the study are practical, and environmentally friendly materials as magnetic Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanoparticles, which is one of the most important volatile organic compounds, can be applied as an adsorbent for the gas phase adsorption of toluene, high adsorption potential, high efficiency, low cost and easy to purify.

Keywords: Box-Behnken experimental design, Fe_3O_4 nanoparticles, Nanotechnology, Response surface methodology, Toluene adsorption.

1. GİRİŞ

Uçucu organik bileşiklerden toluen, kimyasal işlem endüstrilerinde önemli malzemelerdendir. Toluen genellikle birçok kimyasal üretimde hammadde olarak ve ayrıca çok çeşitli üretim işlemlerinde genellikle çözücü olarak kullanılır. Bu organik bileşikler yanıcı, toksik, kanserojen ve/veya mutajenik maddeler olarak sınıflandırıldığından, düşük konsantrasyonlarda bile büyük çevresel sorundur. Sanayileşmenin de hızlanmasıyla birlikte bu kirlilik önemli ölçüde artmıştır. VOC'lerin neden olduğu toksisite ve tahriş hayvanlara, bitkilere ve hatta insan hayatına zarar verebilir. VOC tedavileri geri dönüşüm ve imha teknolojilerini içermektedir. İmha teknolojileri genellikle büyük miktarda enerji tüketir ve ikincil kirliliğe yol açan ara ürünler üretir. Absorpsiyon, adsorpsiyon, membran ayrılması ve yoğuşma dahil geri dönüşüm teknolojileri, yerleşik teknolojiler olarak ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında, kararlı çalışması ve düşük enerji tüketimi nedeniyle, adsorpsiyon diğer teknolojilere göre tercih edilir (Wibowo, Setyadhi et al. 2007, Yang, Yi et al. 2018).

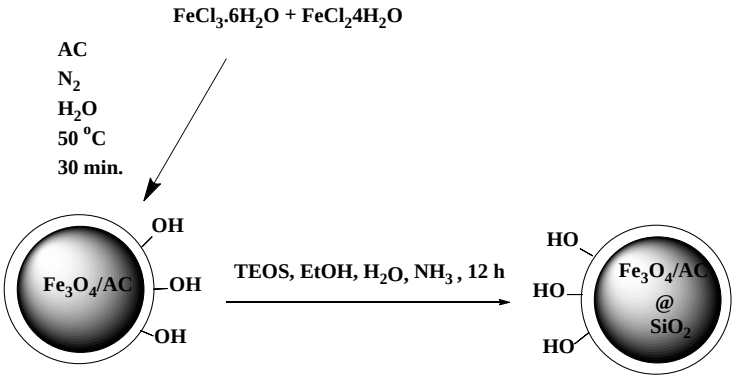
Adsorpsiyon teknolojisinde paramanyetizma veya ferromanyetizma gibi benzersiz özelliklere sahip nanyetik nano malzemeler çok fazla ilgi görmüştür. Birçok manyetik malzemeden biri olan manyetit (Fe_3O_4), manyetik özelliği sebebiyle ayırma aşamalarında geri kazanımda kolaylık sağlamaktadır. Fe_3O_4 magnetit nanoparçacıkları gözenek hacmi, iyi gelişmiş gözenek yapısı çok sayıda aktif bölge üreten yüksek bir spesifik yüzey alanına sahiptir. Ama aglomerasyon sebebiyle aktif bölgelerde azalır. Organik veya inorganik yüzey aktif maddelerle kaplama, partikül aglomerasyonunu önlemenin bir yoludur. Silika (SiO_2), inorganik yüzey aktif maddesi olarak olağanüstü fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. SiO_2 asidik çözelti içerisinde kimyasal olarak kararlıdır ve modifikasyon geniş seçenekler sunar. Fe_3O_4 partiküllerinin SiO_2 ile kaplanması, hem aglomerasyonu hem de ve asidik çözelti içerisinde çözünmelerini önlemektedir (Roto, Yusran et al. 2016).

Bu çalışmada, nanoteknolojiden faydalanarak manyetik Fe_3O_4/AC nanopartikülleri SiO_2 ile kaplanmış, Fe_3O_4/AC@SiO_2 elde edilmiş ve bu ürün toluenin gaz adsorpsiyonu uygulamasında kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

- *Nano-adsorbentin sentezlenmesi*

Toluen gaz fazı adsorpsiyon uygulamasında kullanılan manyetik nano-adsorbent, kopresipitasyon yöntemiyle sentezlendi. $FeCl_3.6H_20$ ve $FeCl_2.4H_2O$ demir tuzlarından Fe^{+3}: Fe^{+2}, oranları stokiyometrik olarak 2:1 olacak şekilde alınıp 100 ml deiyonize su içinde dağıtıldı, bunun üzerine (Fe^{+2} + Fe^{+3}): (AC) kütle oranı 4: 1 olacak şekilde AC eklendi. 10 dakika sonikasyonu yapılan karışıma, birlikte çökeltme aşaması için 10 ml NH_3 çözeltisi damla damla ilave edildi. Argon atmosferi altında 50°C'de 30 dakika boyunca karıştırmaya devam edildi. Elde edilen Fe_3O_4/AC manyetik ayırma ile ayrıldı, deiyonize su ve etanol ile kurutuldu, vakumlu bir fırında 60°C'de 24 saat kurutuldu (Bhatia, Datta et al. 2018). Daha sonra 1 g Fe_3O_4/AC, 50 mL etanol ve 20 mL su çözeltide karıştırıldı. 2 mL tetraethylorthosilicate (TEOS), Fe_3O_4 /AC karışımına ilave edildi, N_2 atmosferi altında 40°C'de bir saat karıştırıldı. Daha sonra çözelti oda sıcaklığına soğutuldu. Hazırlanan silika ile modifiye edilmiş Fe_3O_4/AC nanoparçacıkları (Fe_3O_4/AC@SiO_2) bir mıknatısla toplandı ve 50 mL etanol ile yıkandı, bunu takiben deiyonize su ile üç kez yıkandı, Elde edilen Fe_3O_4/AC@SiO_2 vakum altında 10 saat boyunca 80°C'de kurutuldu. (Tural, Ece et al. 2018). Manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanopartiküllerin sentezi şematik olarak şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil-1. Manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanopartiküllerin sentezi şematik gösterimi.

➢ *Toluenin gaz adsorpsiyonu*

Bu çalışmada Kutluay ve ark. tarafından yapılan gaz kromatografisi yöntemiyle toluenin gaz adsorpsiyonu tekniği referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerdeki analizler üç kez tekrar edilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesi, aşağıdaki Eşitlik-1 kullanılarak hesaplanmıştır (Kutluay, Baytar et al. 2019).

$$q_t = \frac{F}{m}\int_0^t (C_{in} - C_{eff})dt \quad \textbf{(1)}$$

Burada, q_t (mg g^{-1}), adsorpsiyon kapasitesidir, m (g) adsorbent miktarıdır, F (L.dk^{-1}) gaz akış hızıdır.

➢ *Deneysel tasarım*

Box-Behnken deneysel tasarım temelli yanıt yüzey metodu (YYM) kullanılarak adsorpsiyon süresi (A), başlangıç konsantrasyonu (B) ve sıcaklık (C) bağımsız değişkenleri ile adsorpsiyon kapasitesi (q_e, mg/g) yanıtı arasındaki ilişki modellendi. Bağımsız değişkenlerin tasarım noktalarına ait değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Box-Behnken deneysel tasarım için prosesin bağımsız değişkenleri ve seviyeleri.

Bağımsız değişkenler	Sembol	Bağımsız değişkenlerin seviyeleri		
		-1	0	1
Adsorpsiyon süresi (dakika)	A	20	30	40
Başlangıç konsantrasyonu (ppm)	B	10	12.5	15
Sıcaklık (°C)	C	25	30	35

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Box-Behnken yaklaşımı ile oluşturulan deney tasarımına göre yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de sunulmaktadır. Gaz-fazı toluen adsorpsiyonu için elde edilen modelin doğruluğunu kontrol etmek için varyans analizi (ANOVA) gibi bazı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin, ANOVA sonuçlarına göre ikinci dereceden (Quadratic) denkleme uyan bir model olduğu önerilmiştir. Yanıt değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için Box-Behnken yaklaşımı ile önerilen ikinci derece polinom fonksiyonunun varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre, gaz-fazı toluenin adsorpsiyon kapasitesi ANOVA sonuçları ile belirlenen modelin 435.49 olan F değerinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Box-Behnken deneysel tasarım ve sonuçları

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Yanıt
Deney no	A:Süre (dk)	B:Konsantrasyon (ppm)	C:Sıcaklık (°C)	Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
1	30	12.5	30	303
2	20	15	30	271
3	20	10	30	262
4	30	15	35	281
5	40	12.5	35	370
6	30	12.5	30	301
7	20	12.5	25	265
8	40	15	30	404
9	40	10	30	380
10	30	12.5	30	302
11	30	15	25	332
12	40	12.5	25	419
13	30	10	25	292
14	30	12.5	30	300
15	30	10	35	276

Çizelge 3. Kuadratik model yüzeyinin varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler toplamı	*F*-değeri	*p*-değeri	
Model	41042.23	9	4560.25	435.49	< 0.0001	Anlamlı
A-Süre (dk)	33800	1	33800	3227.8	< 0.0001	
B-Konsantrasyon (ppm)	760.5	1	760.5	72.63	< 0.0001	
C-Sıcaklık (°C)	1984.5	1	1984.5	189.52	< 0.0001	
AB	56.25	1	56.25	5.37	0.0536	
AC	380.25	1	380.25	36.31	0.0005	
BC	306.25	1	306.25	29.25	0.001	
A^2	3720.32	1	3720.32	355.28	< 0.0001	
B^2	21.79	1	21.79	2.08	0.1923	
C^2	76.95	1	76.95	7.35	0.0302	
Kalıntı	73.3	7	10.47			
Model uygunsuzluğu	66.5	3	22.17			
Saf Hata	6.8	4	1.7			
Toplam	41115.53	16				

R^2 = 0,9982, $R^2_{\text{düzeltilmiş}}$ = 0,9959, R^2_{tahmini} = 0,9739, Yeterli hassasiyet = 65,07

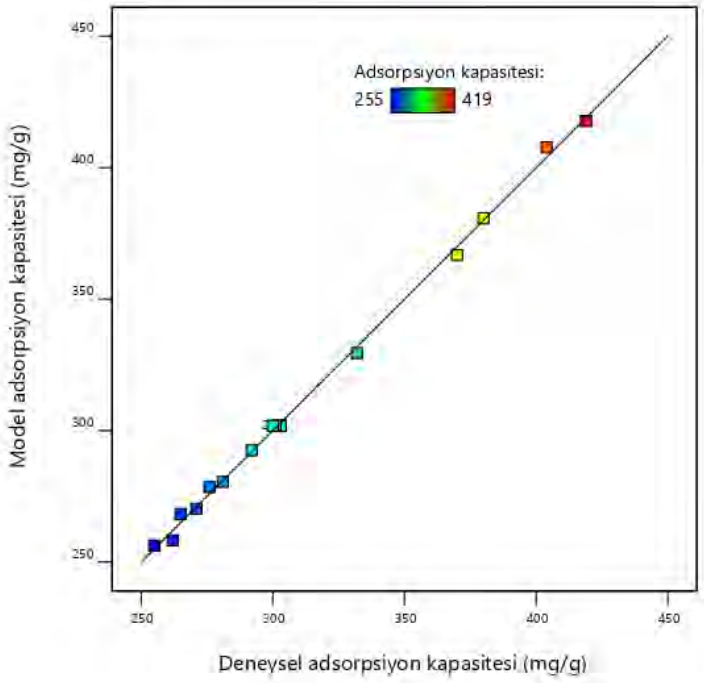
Ayrıca, modelin *p* değerinin 0.05'ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu 0.1'den büyük olması ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Elde edilen modele göre *p* değerlerinin 0.1'den küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Gaz-fazı toluen adsorpsiyonu için 0,9959 olan $R^2_{tahmini}$ değeri ile 0,9982 olan $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri arasında çok az bir fark olması nedeniyle oldukça iyi bir uyum söz konusudur. Bu sonuç, modelin yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiştir.

3.1. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasitelerinin karşılaştırılması

Gaz fazı adsorpsiyon prosesinin, ANOVA sonuçlarına göre quadratic denkleme uyan bir model olduğu önerilmiştir. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasitelerinin karşılaştırılması Şekil 2'de verilmiştir. Gaz fazı adsorpsiyon prosesinin, ANOVA sonuçlarına göre quadratic denkleme uyan bir model olduğu önerilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesi q_t'nin, süre, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tekli ve çoklu etkileri altındaki değişimini ifade eden model denklem kuadratik model yardımı ile çıkarılmış olup aşağıdaki Eşitlikte verildiği gibidir:

$$q_t = - 172{,}45 - 7{,}36A + 29{,}50B + 21{,}71C + 0{,}15AB - 0{,}20AC - 0{,}70BC - 0{,}30A^2 - 0{,}36B^2 - 0{,}17C^2$$

Eşitlikte, qt (mg/g) prosesin yanıtı olan toluenin adsorpsiyon kapasitesini, A, B ve C bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu modelin geçerliliğini göstermek için deneysel ve modele göre belirlenen toluen adsorpsiyon kapasiteleri (mg/g) sonuçları karşılaştırılmıştır.

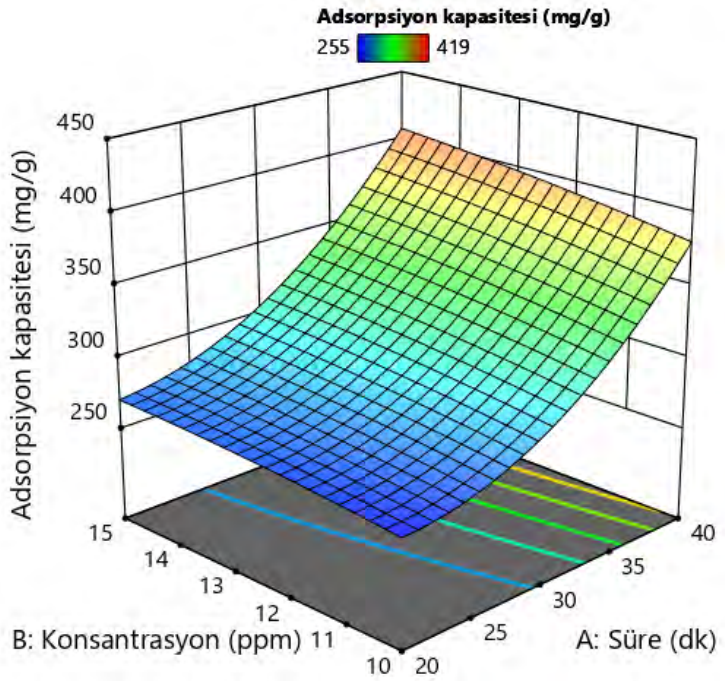


Şekil 2. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasitelerinin karşılaştırılması

3.2.Adsorpsiyon kapasitesine süre ve başlangıç konsantrasyonunun etkisi

Adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonunun toluen adsorpsiyon kapasitesine etkisinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'den görüleceği gibi artan adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu ile birlikte adsorpsiyon kapasitesi

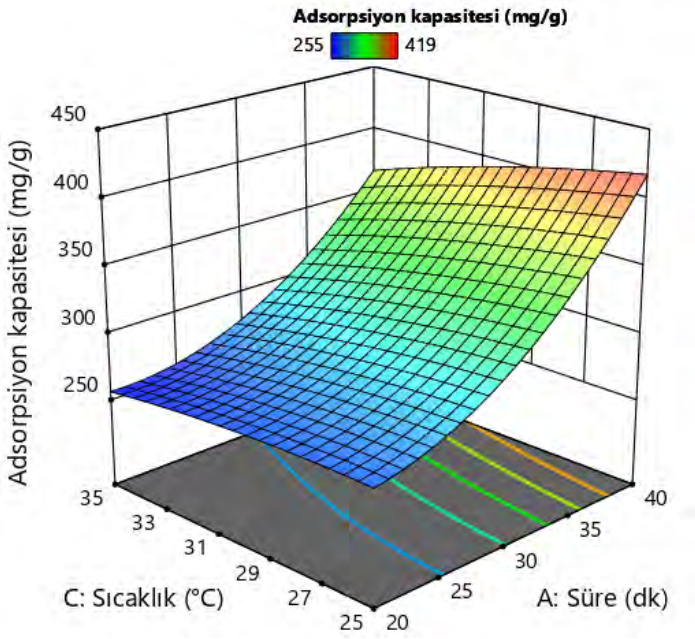
de artmıştır. Ortaya çıkan bu sonuç, toluen adsorpsiyon kapasitesinin süreye ve başlangıç konsantrasyonuna bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Adsorpsiyon kapasitesine; süre ve başlangıç konsantrasyonunun etkisini gösteren 3 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı=0.09 g, gaz akış hızı= 100 mL/dk)

3.3.Adsorpsiyon kapasitesine süre ve sıcaklığın etkisi

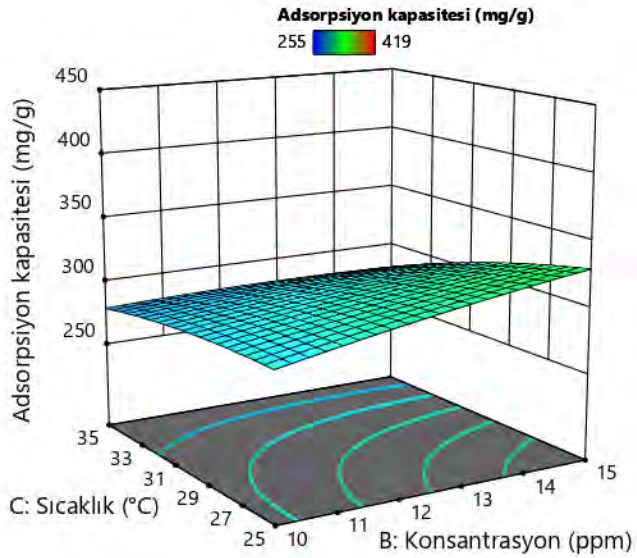
Adsorpsiyon süresi ve sıcaklığın toluen adsorpsiyon kapasitesine etkisinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4'den görüleceği gibi, adsorpsiyon kapasitesinin artan adsorpsiyon süresi ile birlikte artarken, sıcaklık artışı ile birlikte ise düşmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, toluen adsorpsiyon kapasitesinin hem süreye hem de sıcaklığa bağlı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 4. Adsorpsiyon kapasitesine; süre ve sıcaklığın etkisini gösteren 3 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı=0.09 g, gaz akış hızı= 100 mL/dk)

3.4.Adsorpsiyon kapasitesine başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığın etkisi

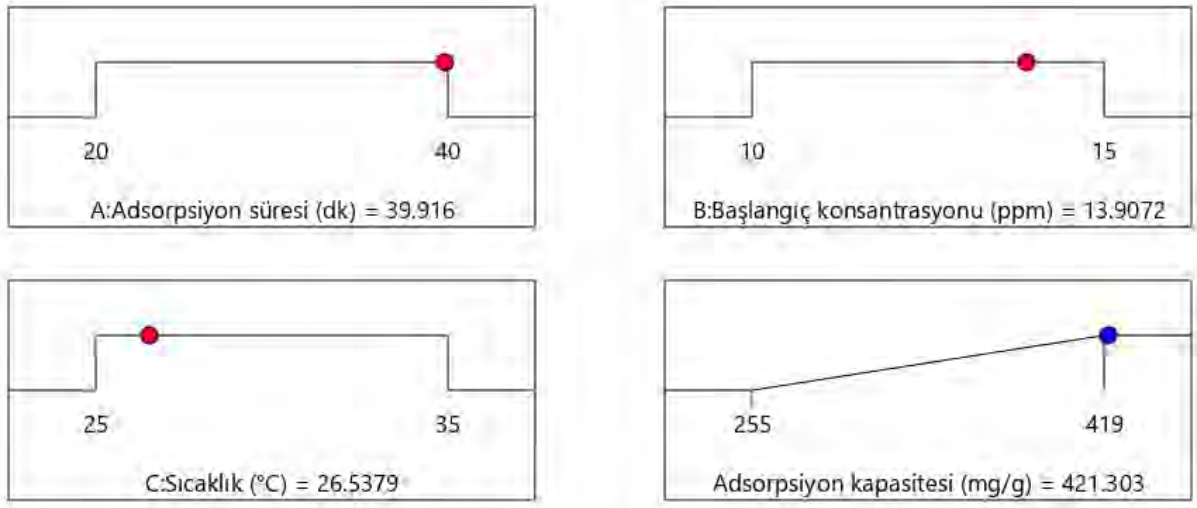
Başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığın toluen adsorpsiyon kapasitesine etkisinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'den görüleceği gibi, adsorpsiyon kapasitesinin artan başlangıç konsantrasyonu ile birlikte artarken, sıcaklık artışı ile birlikte ise düşmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, toluen adsorpsiyon kapasitesinin hem başlangıç konsantrasyonuna hem de sıcaklığa bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Adsorpsiyon kapasitesine; başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığın etkisini gösteren 3 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı=0.09 g, gaz akış hızı= 100 mL/dk)

3.5. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi için proses parametrelerinin optimizasyonu

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon prosesinin temel amacı, toluen için maksimum gaz adsorpsiyon kapasitesi değerlerinin elde edildiği deneysel değişken seviyelerinin bir kombinasyonunu bulmaktır. Nano-adsorbent kullanılarak yürütülen adsorpsiyon prosesinde, toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesini bulmak amacıyla Box-Behnken metodu etkili bir araç olarak uygulanarak optimum parametrelerin numerik değerleri belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir. Belirlenen optimum proses koşulları altında, toluen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 421.30 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 418,14 mg/g olarak bulundu. Bu sonuç değerlendirildiğinde, önerilen model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 6. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi için optimum proses parametreleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nano-adsorbentinin toluene karşı gaz adsorpsiyon özellikleri incelendi. Bu amaçla, Box-Behnken temelli YYM uygulanarak, adsorpsiyon prosesi üzerine önemli derecede etkisi bulunan adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi adsorpsiyon koşullarının deneysel tasarımı ve optimizasyonu gerçekleştirildi. Box-Behnken temelli YYM, adsorpsiyon koşulları ile adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek üzere ANOVA kullanılarak başarıyla uygulandı. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından bir ampirik model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2= 0,9982) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin 39,91 dakika adsorpsiyon süresi, 13,90 ppm başlangıç toluen konsantrasyonu ve 26,53°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. Box-Behnken temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki toluen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 421,30 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 418,14 mg/g olarak bulundu.

5. KAYNAKLAR

1. Bhatia, D., et al. (2018). "Adsorption study for the separation of isonicotinic acid from aqueous solution using activated carbon/Fe3O4 composites." Journal of Chemical & Engineering Data **63**(2): 436-445.
2. Kutluay, S., et al. (2019). "Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for dynamic adsorption of benzene in gas phase onto activated carbon produced from elaeagnus angustifolia seeds." Journal of Environmental Chemical Engineering **7**(2): 102947.
3. Roto, R., et al. (2016). "Magnetic adsorbent of Fe3O4@ SiO2 core-shell nanoparticles modified with thiol group for chloroauric ion adsorption." Applied Surface Science **377**: 30-36.
4. Tural, S., et al. (2018). "Synthesis of novel magnetic nano-sorbent functionalized with N-methyl-D-glucamine by click chemistry and removal of boron with magnetic separation method." Ecotoxicology and environmental safety **162**: 245-252.
5. Wibowo, N., et al. (2007). "Adsorption of benzene and toluene from aqueous solutions onto activated carbon and its acid and heat treated forms: influence of surface chemistry on adsorption." Journal of hazardous materials **146**(1-2): 237-242.
6. Yang, X., et al. (2018). "Behaviors and kinetics of toluene adsorption - desorption on activated carbons with varying pore structure." Journal of Environmental Sciences **67**: 104-114.

ÜÇLÜ OLARAK YERLEŞTİRİLMİŞ ÇATISIZ BİNALARDA BİNA MESAFELERİNİN AKIŞ YAPISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Deniz GÖLBAŞI*, Prof. Dr. Ertan BUYRUK*, Dr. Öğr. Üyesi Koray KARABULUT**

*Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

58140 Merkez, Sivas
** Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü 58140 Merkez, Sivas

Özet: Aerodinamik rüzgar, insanların sağlıklı ve konforlu yaşayabilmesi için oluşturulan çevrenin ısıl performansını önemli ölçüde etkileyen bir iklim elemanıdır. Binaların ısıl konforunun sağlanmasında, binalar arasındaki mesafelerin ve binaların birbirlerine göre konumlandırılmasının büyük önemi vardır. Bina ve çevresi arasındaki rüzgar, ayrılma bölgeleri ve çoklu girdap sistemleri oluşturur. Burada oluşan ayrılma bölgeleri ve girdap sistemleri binalar üzerine etki edecek rüzgar kuvvetlerinin belirlenmesinde ve tasarım kriterlerinin göz önüne alınmasında önemlidir. Bu çalışmada aynı boyut ve geometriye sahip çatısız 3 bina modelinin çapraz olarak yerleştirilmesi durumunda bina modelleri etrafındaki akış yapısı deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada 5x5x5cm boyutlarında çatısız üç bina kullanılmış olup, binalar arası mesafelerin 6.25 cm ile 7.5 cm olması durumunda bina çevrelerindeki akış yapıları kapalı devre açık yüzeyli su kanalında Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçüm Tekniği (PIV) kullanılarak incelenmiştir. Deneyler neticesinde, öncelikle anlık hız alanları <V> elde edilmiş, bu veriler kullanılarak zaman ortalama hız alanları <V>, akım çizgileri <Ψ> ve girdap eş düzey eğrileri <ω> çizilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bina Aerodinamiği, Akış Ayrılması, Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçümü (PIV)

1. GİRİŞ

Binaların tasarımında atmosferik sınır tabakada hız ve türbülans değerleri değiştiğinden dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Bina yüksekliği arttıkça binalara etkiyen rüzgar etkisi de artmaktadır. Genel olarak, yapıların tasarımlarında rüzgar etkileri üç başlıkta incelenmektedir. İlk başlık bina üst kat ivmelerinin belirli sınır değerlerin altında tutulmasıdır. İkincisi ise rüzgardan kaynaklı binaya etkiyen dinamik kuvvetlerin ya eşdeğer statik yükler olarak doğru ve rüzgârın rastgele davranışını da göz önünde bulunduran bir şekilde ifade edilmesi zorunluluğudur. Bununla beraber son 20 yılda yapılan araştırmalar binaların rüzgâr yönüne dik doğrultuda ve burulma salınımlarının rüzgârla aynı doğrultudaki salınımlar kadar önemli olduğunu göstermiştir. Yani yük hesabında rüzgârın hızının ve yönünün değişkenliği, yapının geometrisi, dinamik davranış ve çevre yapıların etkilerinin de göz önünde bulundurulması bir zorunluluktur [1]. Rüzgârın bina çatıları üzerinde meydana getirdiği etkiler, bina çatı geometrileri ile yakından ilgili olduğundan, binaların çatı geometrilerinde farklılık olması rüzgâr-çatı etkileşiminin de farklı olmasına yol açmaktadır. Günümüzde endüstriyel çalışmalarla bilimsel araştırmalarda deneysel ve hesaplamalı çalışmalar beraber gerçekleştirilmektedir. Sağlıklı bir şehir, o şehri oluşturacak yapıların en az enerji gerektirecek ve en az atık çıkarabilecek bir iklimlendirme sistemiyle tasarlanmasıyla olanaklıdır. Yüksek binalar, soğutma kuleleri, köprüler, açık denizlerdeki yapılar gibi çok sayıda mühendislik uygulamaları üzerinde akışlar büyük öneme sahip

olduğundan araştırıcılar tarafından inceleme konusudur. Bina ve yakın çevresi arasındaki rüzgâr etkileşimiyle oluşan ayrılma bölgeleri ve çeşitli girdap grupları binalar üzerine etkiyen rüzgâr etkilerinin belirlenmesinde ve uygun tasarım parametrelerinin göz önüne alınmasında büyük öneme sahiptir. Rüzgârın binalarla etkileşimi sonucu meydana gelen girdapların büyümesi ile oluşacak titreşimler özellikle de gürültü ve hasara neden olabilmektedir. Tutar ve Oğuz [2], kare şeklindeki bina modelini tekli ve ikili olarak yerleştirmiş olup bina modelleri etrafındaki türbülanslı akış alanını farklı rüzgâr açıları için sonlu hacim metoduyla, farklı geometrik düzenlemeler için hesaplamışlardır. RNG sub-grid scale modelini kullanarak yaptıkları sonuçları rüzgar tüneli deney sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Sayısal ve deney sonuçları arasındaki uyumun tek bina konfigürasyonu için özellikle bina çatısı üzerinde olduğu görülmüştür. Wang ve Gu [3], çeşitli köşe düzenlemelerine sahip iki boyutlu prizmalar üzerinde eş zamanlı basınç ölçümleri düşük türbülans seviyeli üniform akış ve Reynolds sayısının $1x10^5$' den $4.8x10^5$' e değiştiği aralıkta gerçekleştirilmiştir. Deneysel model olarak da bir kare prizma, üç adet pahlı köşe kare prizma (B/D=% 5, % 10 ve % 15, Burada B; köşe boyutu ve D, kesit boyutu) ve altı adet yuvarlatılmış köşeli kare prizma (R/D = % 5, % 10, % 15, % 20, % 30 ve % 40-R; köşe yarıçapı) kullanılmıştır. Sürükleme katsayılarının, rüzgar basınç dağılımlarının, aerodinamik kuvvet katsayılarının güç tayfı ve Strouhal sayılarının deneysel sonuçları sunulmuştur. Modeller Reynolds sayısıyla ortalama sürükleme kuvvetlerinin değişimine göre çeşitli kategorilere ayrılmıştır. B/D <= % 15 ve R/D <= % 15 olan modellerin ortalama sürükleme katsayılarının Reynolds sayısından etkilenmediği görülmüştür. Bununla birlikte, her bir model etrafındaki rüzgar basınç dağılımları kategorize edilmiş sonuçlara göre analiz edilmiştir. Kare prizmanın aerodinamik karakteristikleri üzerinde köşe düzenlemelerinin etki mekanizmaları, model üzerinde rol oynayan noktasal basınçların analiz edilmesiyle elde edilebilen model etrafındaki akışın görünümünden ortaya çıkarılmıştır. Yan ve Li [4] tarafından aerodinamik düzenlemeli ikiz süper uzun binalar arasında birbirlerini karşılıklı etkilemelerinin etkilerini araştırmak için rüzgar tüneli deneyleri yapılmıştır. Karşılıklı etki faktörlerinin kontur çizimleri, rüzgar kaynaklı tepki, noktasal yüzey basınç katsayıları ve küresel aerodinamik yükler üzerindeki karşılıklı etkileşim etkilerini nicel olarak değerlendirmek için sunulmuştur. Sonuçlar, dinamik rüzgar yükleri ve tepkilerinin ikiz kulelerin kritik ard arda dizili ve saptırılmış düzenlemelerinde büyük miktarda arttırıldığını ve en düşük tepe noktası negatif basınç katsayılarının yaklaşık % 30 ile etkileşimsiz olanlardan büyük olduğunu göstermiştir. Blocken ve Carmeliet [5], çalışmalarında rüzgar odaklı yağmur çökeltisi olarak adlandırılan WDR'nin bina modelleri üzerindeki etkileri parçacık görüntülemeli akış ölçüm cihazı (PIV) ve rüzgar tüneli deneyleri yapılarak sonuçlar Fluent paket programı (CFD) ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında alçak bir bina modeli, yüksek bir bina ve bu iki binanın karşılıklı etkisi incelenmiştir. Yağmur damlası hareketi 10 m/s referans rüzgâr hızı ile rüzgâr akış modelinde Lagrange parçacık izleme yöntemi ile elde edilmiştir. İki binanın karşılıklı etkisinde her iki bina arasındaki fark 25 m olarak alınmıştır. Rüzgâr doğrultusu bina cephesine dik olarak alınmıştır. Alçak binaların varlığının WDR çökeltisi ve rüzgâr tarafından çok katlı binalara bir kalkan olamadığı sabit vortex kuvvetini artırarak daha yüksek bina cephesi üzerinde WDR yoğunluğunu artırmıştır. Akon ve Koop [6] çalışmalarında, olması beklenen sınır tabakanın türbülans yoğunlukları ve uzunluk ölçülerinin az katlı bina çatıları için yüzey ortalama basınç dağılımları ve ortalama yeniden birleşme uzunlukları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Az katlı bina modeli için yüzey ölçümleri boyunca çatı ayrılma kabarcığının Parçacık Görüntüleme Hız ölçümleri (PIV), altı farklı şekilde yukarı akım yönünde sınır tabaka şartları için alınmıştır. Benzer yukarı akım şartlarında ikinci bir bina için yüzey basınç ölçümleri elde edilmiştir. Bu verilerle, analizlerde aerodinamik veri tabanından basınç verisi kullanılmıştır. Ortalama basınç dağılımının hem ortalama yeniden birleşme uzunluğu hem de yukarı akım türbülans yoğunluğunun bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur. Ölçülen yüzey basınçları ve çatı yüksekliği türbülans yoğunluğundan az katlı binaların çatıları üzerinde ortalama yeniden birleşme uzunluğunu belirlemek için bir yöntem önermişlerdir. Elshaer vd. [7] tarafından yapılan çalışmada standart yüksek bir binanın aerodinamik tepkisi LES kullanılarak araştırılmıştır. LES, türbülans tayfı ve uyumunun doğru tanımını veren iç akış sınır şartı üretmek için sabit ayrık rasgele akış üretimi (CDRFG) tekniğini kullanmaktadır. Çalışmada bina aerodinamik davranışı iki düzenleme (izole edilmiş bir bina ve etrafındaki karmaşık binalar tarafından çevrelenmiş bir bina) için araştırılmış ve sonuçlar daha önce yapılan rüzgar tüneli testi ile karşılaştırılmıştır. En üst kat yer değişimi, en üst kat hızlanması ve taban momentleri gibi basınç ve diğer rüzgar kaynaklı tepkiler bulunmuş ve LES' den elde edilen sonuçlarla rüzgar tünelinden elde edilen bu sonuçların uyum içerisinde oldukları görülmüştür. Blocen ve Stathopoulos [8],

çalışmalarında Montreal şehri merkezinde bir grup bina çevresinde kirlilik dağılımını rüzgar tüneli deneyleri yapılarak 2 farklı türbülans modeli için incelemişlerdir. Rüzgâr tüneli sonuçları yüksek çözünürlüklü CFD sonuçlarıyla doğrulanmıştır. Türbülans modelleri olarak Reynolds Ortalama Navier-Stokes (RANS) ve Large Eddy Simulation (LES) modelleri kullanılmış olup LES yaklaşımının her iki rüzgâr doğrultusu için CFD ve deneysel sonuçlarla uyum sağladığı görülmüştür. Blocen vd. [9] çalışmalarında rüzgar odaklı yağmur çökeltisi olarak adlandırılan WDR'nin basit alçak dikdörtgen bina üzerindeki etkileri fluent paket programı (CFD) ile çözmüşlerdir. Genel olarak sonuçlar arasında bir uyum olmasına karşılık bina cephesinin çatı çıkıntısına yakın yerlerinde önemli farklılık oluşmuştur. Bina cephesine dik rüzgar doğrultusunda CFD, WDR simülasyon sonuçlarının güvenilir sonuçlar sağlayabileceğini göstermişlerdir. Yoshie vd. [10] çalışmalarında 3 farklı akış alanı oluşturularak Standart k-ε modeli, Large Eddy Simulation (LES) modeli ve Direct Numerical Simulation (DNS) türbülans modelleri için rüzgar tüneli deneyleri yapılarak sonuçlar fluent paket programı ile (CFD) karşılaştırılmıştır. Çalışmada basit bir kare prizma çevresinde akış alanı, bir şehir içerisine yerleştirilmiş yüksekliği artan bir bina çevresinde akış alanı ve gerçek kentsel bir alanda bina kompleksleri çevresindeki akış alanı kullanılmıştır. LES modeli kare prizma için kullanıldığında bina arkasında girdap akınlarının oluşmuş olup Standart k-ε modeli kullanıldığında çatıda ters bir akış alanı oluşmuştur.

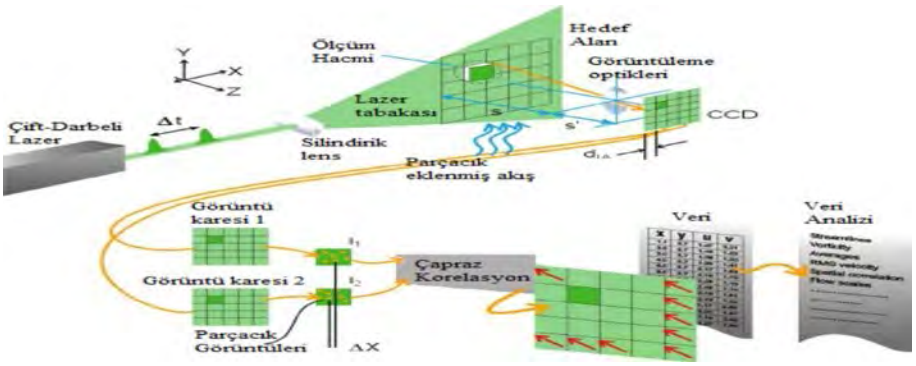
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada yapılan deneyler; Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarlarında bulunan kapalı çevrim olarak çalışan serbest yüzeyli açık su kanalında yapılmış olup Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçüm Tekniği (PIV) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Su kanalı fiberglas malzemeden imal edilmiş iki adet su deposu ve bu depolar arasına monte edilmiş deney kanalı olarak adlandırılan şeffaf akrilik kısımdan oluşmaktadır. Deney kanalı 750 mm yükseklik, 1000 mm en ve 9000 mm boya sahiptir. İki su deposu arasındaki suyun hareketi, 15kW gücünde bir adet santrifüj pompa yardımıyla ile gerçekleştirilmektedir. Farklı hızlarda deney kanalı ve test bölgesinde deneyler yapabilmek için santrifüj pompanın devri frekans kontrollü bir hız kontrol ünitesi aracılığıyla değiştirilebilmektedir. Santrifüj pompa suyu, çıkıştaki su tankından emerek girişteki su tankına basmaktadır. Deneyler esnasında deney kanal boyunca akışın üniform olmasını sağlamak amacıyla giriş tankının çıkışına akışı düzenleyici petek sistemi konulmuş olup aynı zamanda giriş rezervuar kısmının çıkışı ile deney kanalı birleşme yeri arası 2:1 oranında daraltılarak bağlantı sağlanmıştır. Deney sisteminde giriş depo olarak kullanılan kısım aynı zamanda suyun bekleme odası olarak görev yapmakta olup su oradan akış düzenleyici bölüme geçip deney kanalına girmektedir. Ayrıca sistemde, depo doldurulan suyu yabancı partiküllerden ve kirlerden ayrıştıran filtreleme sistemi mevcuttur. Bununla beraber su kanalının ve partikül dolaşım sistemlerinin ısısal olarak etkileşimini en aza indirmek için; laboratuvar 22^0C nominal oda sıcaklığında tutulmaktadır. Ayrıca laboratuvar camları, lazer ışın demetinin güneş ışıklarından korunması için özel perdelerle kapatılmaktadır. Deney kanalının görünümü Şekil 1' de gösterilmiştir.



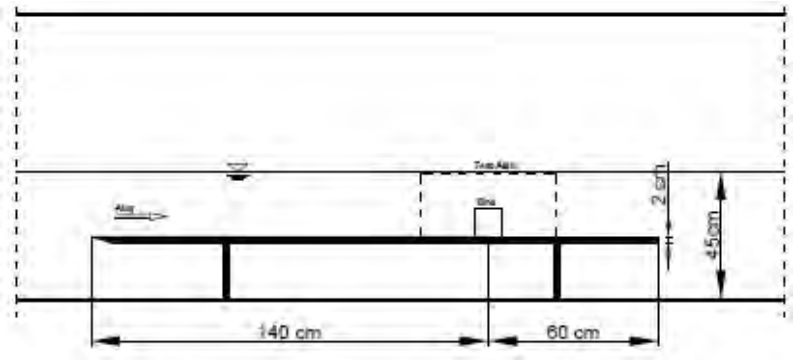
Şekil 1. Deney kanalının görünümü

Genel olarak PIV tekniği ile hız ölçümü, görselleştirme ve görüntü işleme olmak üzere iki adımdan oluşmaktadır. Akış alanına, akışı takip eden küçük parçacıklar eklenmektedir. Bu parçacıklar ölçülmek istenen yüzeyde bir ışık kaynağı tarafından kısa bir zaman aralığı içinde art arda iki kez aydınlatılmaktadır. Işık kaynağının (çoğunlukla lazer) art arda aydınlatma arasındaki zaman farkı Δt, ortalama akış hızına ve görüntülemenin büyütme ölçeğine bağlı olarak ayarlanmaktadır. İki aydınlatma arasında geçen sürede parçacıklar yerel akış hızı ile hareket etmektedirler. Parçacıklar tarafından saçılan ışık, ışık tabakasına dik olarak yerleştirilmiş yüksek çözünürlüklü bir kamera tarafından algılanmakta ve iki kare üzerine kaydedilmektedir. Elde edilen fotografik PIV kayıtları daha sonra bir tarayıcı yardımıyla dijital hale getirilerek bilgisayara transfer edilmektedir [11].



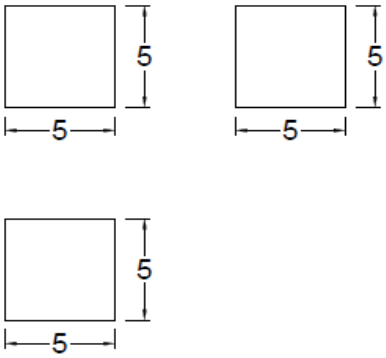
Şekil 2. PIV çalışma prensibi [12]

Şekil 2'de PIV çalışma prensibi gösterilmiştir. Yapılan deneylerde akış yapısını incelemek amacıyla şeffaf akrilik malzemeden imal edilen 4 bina modeli kullanılmıştır. Kullanılan modeller, Şekil 3'de görülen düzlem bir platform üzerine monte edilmiştir. Deneyler boyunca su kanalında su yüksekliği 0.45 m olarak sabit alınmıştır. Düzlem platformun ön ucu akışı bozmaması amacıyla pah kırılarak inceltilmiştir. Türbülans etkilerden sakınmak amacıyla silindir modeli düzlem platform üzerinde akım yönünden itibaren girişten 1.5m uzağa monte edilmiştir. Deney alanının su kanalı içerisindeki şematik görünüşü Şekil 3'de verilmektedir. Deneyler serbest akım hızının 210 mm/s olması durumu için gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Düzlem platformunun şematik görünümü

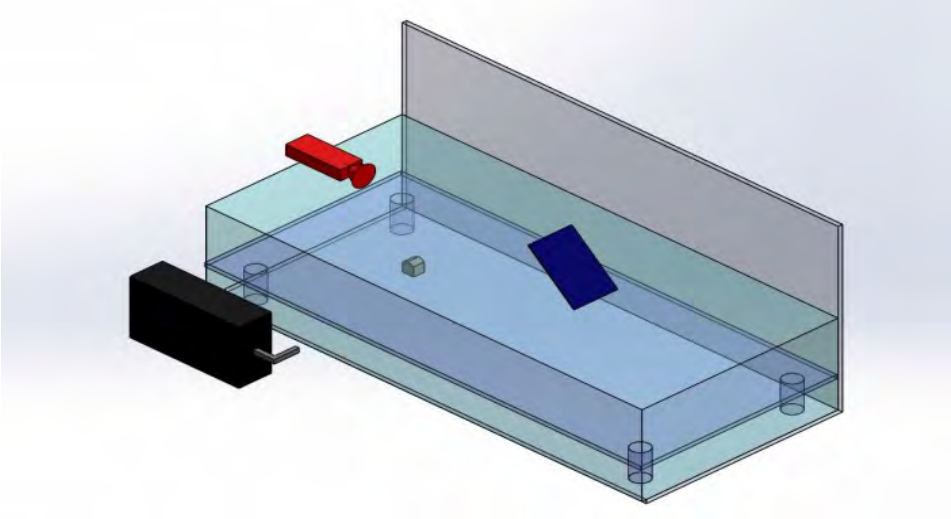
Bu çalışma için kullanılan bina modelleri çatısız binalardır. Kullanılan modellere ait üç görünüşü verilen şekiller Şekil 4'de verilmiştir.



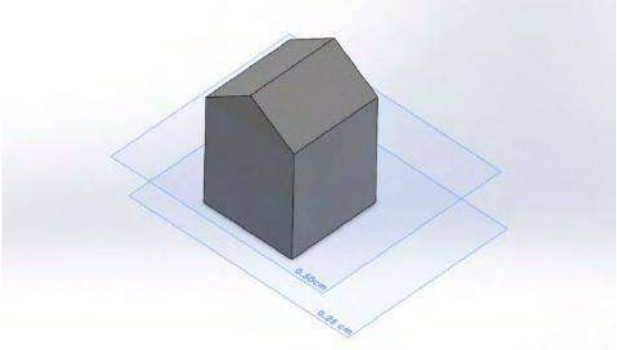
Şekil 4.Bina Modeli

3. ÜST GÖRÜNÜŞ ÖLÇÜM YÜZEYİ

Şekil 5'de binanın karşısına üstten görünüş için lazer binanın karşısına kamera kanalın üstüne yerleştirilmiş olup kameranın karşısına 45˚ eğimli ayna kunularak deney düzeneği oluşturulmuştur. Üstten görünüş için simetri yüzeyi z/h=2'de alınmış Şekil 8'de gösterilmiştir. Şekil 6 ve Şekil 7'de ise deney düzeneği üzerinde lazer ve kameranın yerleşim pozisyonları gösterilmiştir.



Şekil 5. Üstten görünüş ölçümleri



Şekil 6. Üst görünüş Ölçüm yüzeyi



Şekil 7. Deney düzeneği ayna ve kamera



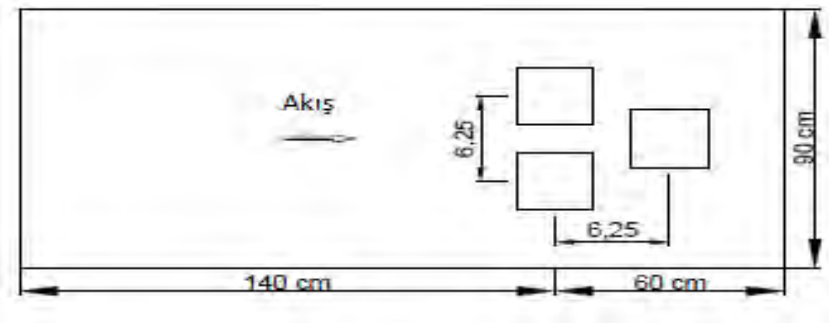
Şekil 8. Deney düzeneği lazer

4.DENEYSEL BULGULAR

Yapılan deneyler sonucu bina çevresinde oluşan akış yapısı hız vektörleri (V), akım çizgisi Ψ ve eş yüzey eğrileri ω şeklinde gösterilmiştir. Elde edilen verilerde hız vektörleri akışın yönünü ve dağılımını gösterirken, akım çizgileri anlık akış verilerinin anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Türbülanslı sınır tabaka etkisiyle eş yüzey eğrileri oluşmaktadır. Çevrinti eğrileri (eş yüzey) renklendirme yapılarak verilmiştir. Bu renklendirme de mavi ve kırmızı renkler girdapların merkezlerini daha net ifade etmektedir. Pozitif (mavi renk) girdapların saatin tersi yönde hareket izlediklerini, negatifte (kırmızı renk) ise saat yönünde bir hareket izlediklerini göstermektedir.

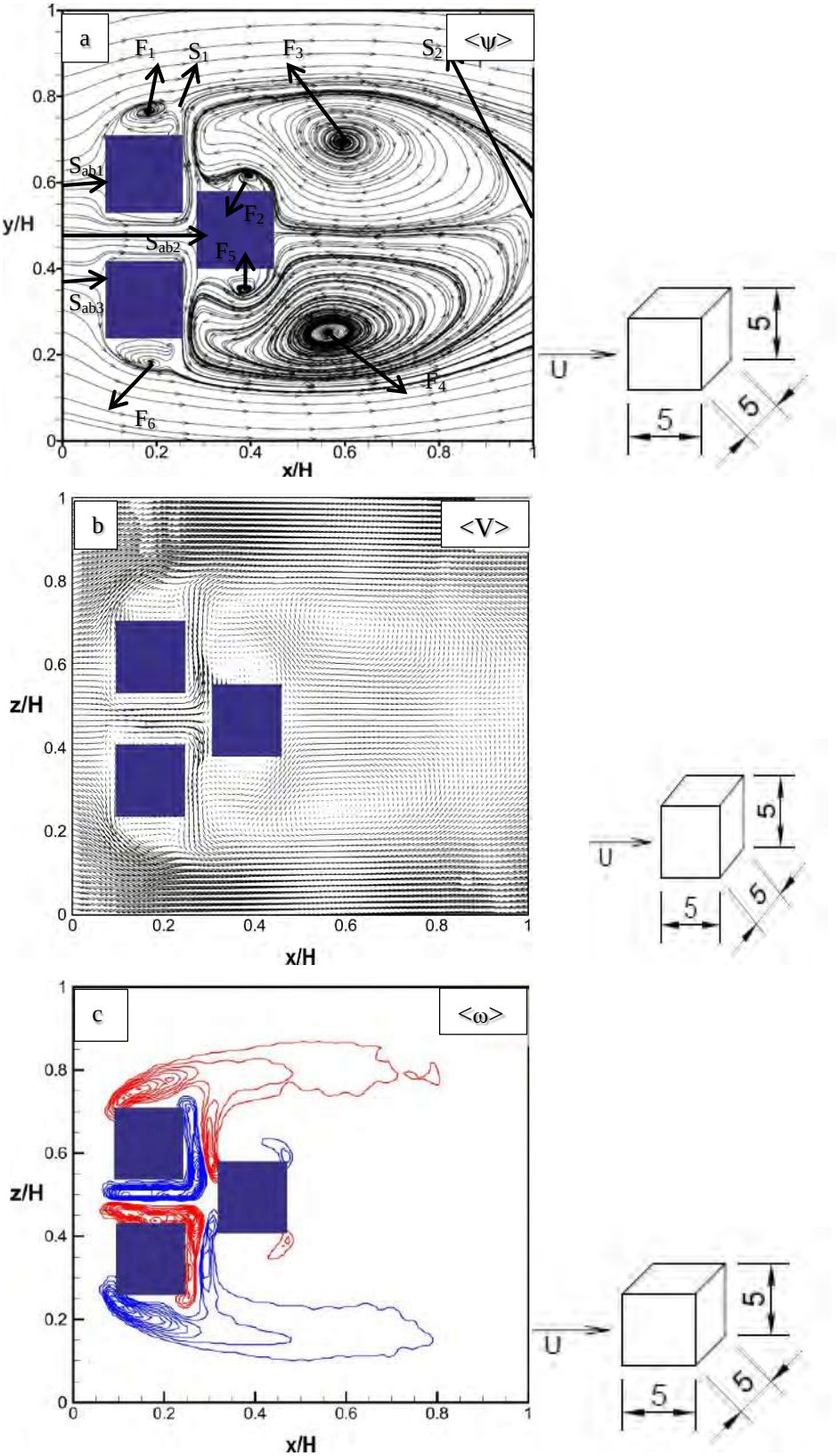


Şekil 9. Üç bina modelinin deney düzeneğindeki görünüşü

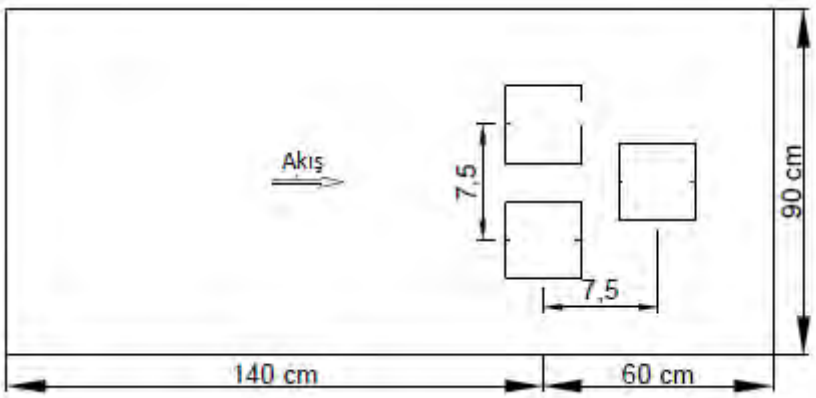


Şekil 10. Üç bina modelinin şematik görünüşleri

Şekil 9' da üç bina modelinin deney düzeneği üzerindeki görünüşü Şekil 10'da da şematik olarak gösterilmiştir. Şekil 10'da 5cmx5cmx5cm ebatlarında üç adet çatısız bina modelleri kanal içerisindeki plaka üzerine bina merkezleri arası mesafenin 6.25cm olduğu durum için çapraz yerleştirilerek akış yapıları incelenmiştir**.** Şekil.11a'da görüldüğü gibi binaların yan kısımlarında ve bina arkalarındaki girdaplar incelendiğinde birbirine simetrik bir yapıda oldukları görülmüştür. Üst bina modelinde, bina ön yüzeyinden S_{ab1} noktasından yukarı ayrılan akış için model yan-sol köşesinden ayrılarak bir F_1 girdap bölgesi oluşturmaktadır. Bu girdap merkezinin koordinatları x=57,05mm ve z=179,52mm noktasındadır. Bu girdap merkezinin sağ tarafında x=79,04mm ve z=181,262mm noktasında durma noktası S_1 noktası oluşmuştur. Aşağıya doğru ayrılan akış, model yan sağ köşesinden ayrılmadan yukarıya doğru akışına devam etmiştir. Bu nedenle yüzey üzerinde ayrılmış akışa sahip bir ikincil akış bölgesi oluşmamaktadır. Üst bina ile alt bina arasında mesafe çok kısa olduğundan dolayı burada jet akış oluşmuştur. İki bina arasında oluşan jet akış, yüksek hızla arkadaki binaya çarparak S_{ab2} noktasından aşağı ve yukarı ayrılmıştır. Yukarya doğru ayrılan akış, binanın yan sol köşesinden ayrılarak F_2 girdap bölgesini oluşturmuştur. Bu girdap merkezinin koordinatları x=122,35mm ve z=144,21mm noktasındadır. Üst bina arkasındaki akış yapısı incelendiğinde, jet akış etkisiyle binanın yan sağ tarafından yukarı doğru yönlenmiş akışla, binanın yan sol tarafından tekrar tutunan akışla birleşmiştir. Üst bina arkasında F_2 girdap bölgesinin yukarısında F_3 girdap bölgesi oluşmuştur. Bu girdap merkezinin koordinatları x=188,44mm ve z=162,74mm noktasında olup saat yönünde dönmektedir. Burada girdap eşdeğer eğrileri kırmızı renktedir. (Şekil 11c). Arka binanın alt kısmında F_3 girdabına simetrik olan F_4 girdabı oluşmuştur. Girdap merkezinin koordimnatları x=179,181mm ve z=57,97mm noktasındadır. Bu iki girdabın uzunluğu eşit olup 228,05mm kalınlığı ise 81,61mm olarak belirlenmiştir. Durma noktası S_2 eyer noktası x= 314,04mm ve z= 125,69mm olarak belirlenmiştir. Arka binanın S_{ab2} noktasından aşağı ayrılan akış yukarı tarafa ayrılan akışta olduğu gibi bir girdap bölgesi oluşturmuştur. F_5 girdabı olarak adlandırılan bu girdap F_2 girdabıyla x doğrultusunda aynı merkezde oluşmuş olup x=122,35mm ve z= 81,70mm noktasındadır. Alt tarafa yerleştirilen bina modelinde S_{ab3} noktasından aşağı ve yukarı ayrılan akış, üst taraftaki bina modelinin akış yapısına benzer olup aşağı ayrılan akış bina yan sağ köşesinden ayrılarak F_6 girdap bölgesini oluşturmuştur. Bu girdap merkezinin koordinatları x= 58,78mm ve z=42,96mm noktasındadır. Şekil 11b'de ölçüm sonucu elde edilen 7326(99x74) adet vektör gösterilmiştir. Zaman ortalamalı hız alanları <V> bina yakınlarında hız vektörlerinde azalma olduğu ve hız vektör uzunluklarınında azalması nedeniyle, bu bölgelerde hızlar azalmıştır. Bina çevresinden uzaklaştıkça hız vektörlerinin bulunduğu alanların arttığı ve hız vektör uzunluklarının artması sebebiyle hız değerleri artmıştır. Özelikle bina üzerinde oluşan girdap üst bitim noktalarında hızın yükseldiği bölgeleri görebiliriz. Ayrıca binaların arasında bir jet akış oluşmuş olup özellikle iki bina arasındaki bölgelerde hızların yükseldiği görülmüştür.

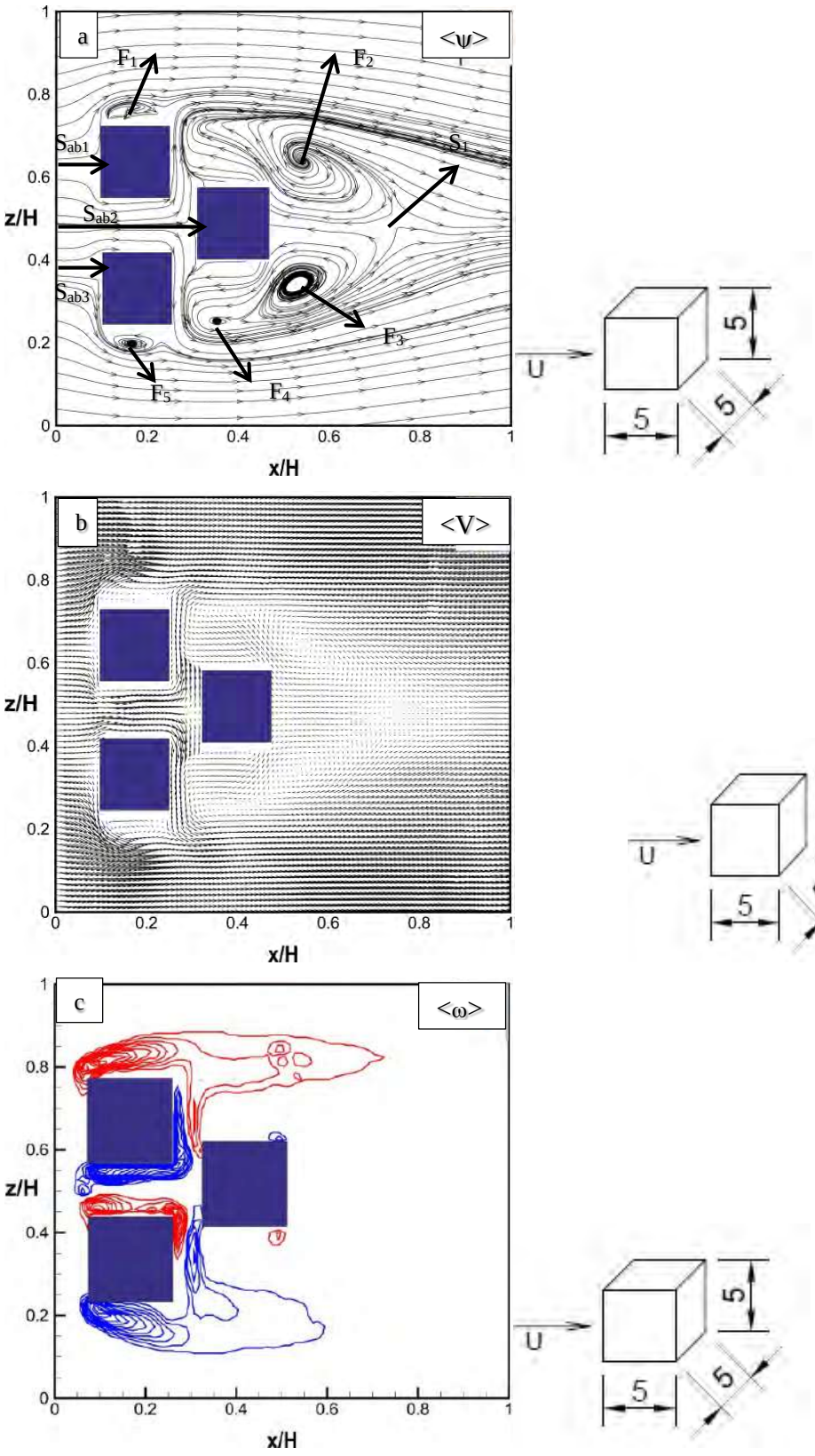


Şekil 11. Üçlü yerleştirilmiş binalar arası mesafe 6.25mm olması durumunda akış y/h=0,5 yüzeyindeki zaman ortalama a) akım çizgileri <ψ>, b) hız dağılımı <V>, c) girdap eşdeğer eğrileri <ω>, minimum ve girdap eşdeğer artış değeri $<\omega_{min}>=\pm 4s^{-1}$ ve $\Delta<\omega>=2s^{-1}$



Şekil 12. Üçlü bina yerleşimi için binalar arası mesafenin 7,5cm olması durumda şematik gösterim

Şekil 12'de 5cmx5cmx5cm ebatlarında üç adet çatısız bina modelleri, kanal içerisindeki plaka üzerine bina merkezleri arası mesafenin 7,5cm olduğu durum için çapraz yerleştirilerek akış yapıları incelenmiştir**.** Şekil.13a'da görüldüğü gibi görüldüğü gibi binaların yan kısımlarında ve bina arkalarındaki girdaplar incelendiğinde, birbirine simetrik bir yapıda olmadıkları dikkat çekmektedir. Şekil 11'de üçlü yerleştirilmiş çatısız bina için mesafenin 6,25cm olduğu durumdaki akış yapısı ile tamamen farklılık gösterdiği görülmüştür. Mesafenin 6,25cm olduğu durumdaki akış yapısında bina arkalarındaki girdap yapısının %35,53 büyük olduğu ve arka bina yan yüzeylerinde oluşan girdap bölgeleri oluşmamıştır. Üst bina modelinde bina ön yüzeyinden S_{ab1} noktasından yukarı ayrılan akış için model yan-sol köşesinden ayrılarak düzensiz bir F_1 girdap bölgesi oluşturmaktadır. Bu girdap merkezinin koordinatları x=50,65mm ve z=179,52mm noktasındadır. Aşağıya doğru ayrılan akış, model yan sağ köşesinden ayrılmadan yukarıya doğru akışına devam etmiştir. Bu nedenle yüzey üzerinde ayrılmış akışa sahip bir ikincil akış bölgesi oluşmamaktadır. Üst bina ile alt bina arasında mesafe kısa olduğundan dolayı burada jet akış oluşmuştur. İki bina arasında oluşan jet akış yüksek hızla arkadaki binaya çarparak S_{ab2} noktasından aşağı ve yukarı ayrılmıştır. Üst bina arkasındaki akış yapısı incelendiğinde; jet akış etkisiyle binanın yan sağ tarafından yukarı doğru yönlenmiş akışla, binanın yan sol tarafından tekrar tutunan akışla birleşmiştir. Ayrılan akış kısmından itibaren bir girdap oluşturmuştur. Bu girdap merkezi x=171,06mm ve z=148,41mm noktasında olup saat yönünde dönmektedir. Şekil 13c'de arka binanın alt kısmında F_2 girdabına simetrik olmayan bir girdap bölgesi oluşmuş bu girdap bölgesi bölünerek büyük F_3 ve devamında küçük F_4 bir girdap bölgesi oluşturmuştur. Büyük F_3 girdap merkezinin koordinatları x=167,00mm ve z=79,92mm noktasındadır. Küçük F_4 girdap ise x=110,87mm ve z=59,12mm noktasındadır. Simetrik olarak oluşmayan bu iki girdap arasındaki durma noktası S_1 noktası x=232,98mm ve z=116,28mm olarak belirlenmiştir. Bu girdap uzunlukları 145,53mm olarak belirlenmiştir. Alt tarafa yerleştirilen bina modelinde S_{ab3} noktasından aşağıya doğru ve yukarıya doğru ayrılan akış, üst taraftaki bina modelinin akış yapısına benzer olup aşağı ayrılan akış bina yan sağ köşesinden ayrılarak F_5 girdap bölgesini oluşturmuştur. Bu girdap merkezinin koordinatları x=52,99mm ve z=45,89mm noktasındadır. Şekil13b'de ölçüm sonucu elde edilen 7326(99x74) adet vektör gösterilmiştir. Zaman ortalamalı hız alanları <V> bina yakınlarında hız vektörlerinde azalma olduğu ve hız vektör uzunluklarının da azalması nedeniyle, bu bölgelerde hızlar azalmıştır. Bina çevresinden uzaklaştıkça hız vektörlerinin bulunduğu alanların arttığı ve hız vektör uzunluklarının artması sebebiyle hız değerleri artmıştır. Özelikle bina üzerinde oluşan girdap üst bitim noktalarında hızın yükseldiği bölgeleri görebiliriz.



Şekil 13. Üçlü yerleştirilmiş binalar arası mesafe7.5mm olması durumunda akış y/h=0,5 yüzeyindeki zaman ortalama a) akım çizgileri <ψ>, b) hız dağılımı <V>, c)girdap eşdeğer eğrileri <ω>, minimum ve girdap eşdeğer eğrileri artış değeri $<\omega_{min}>=\pm 4s^{-1}$ ve $\Delta<\omega>=2s^{-1}$

SONUÇLAR

Bu çalışmada, aynı boyut ve geometriye sahip 3 bina modelinin çapraz olarak yerleştirilmesi durumunda bina modelleri etrafındaki akışın deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada 5x5x5cm boyutlarında çatısız üç bina kullanılmış olup, binalar arası mesafelerin 6.25cm ile 7.5 cm olması durumunda bina çevrelerindeki akış yapısı kapalı devre açık yüzeyli su kanalında Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçüm Tekniği (PIV) kullanılarak incelenmiştir. Bu bina modelleri üzerinde akış alanları (ortalama hız alanları, girdap eş düzey eğrileri), Aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Gelen rüzgârın binaların kenar ve köşelerinden ayrılması sonucunda, binaların önünde, yan duvarları boyunca, arkasında ters akış bölgeleri meydana gelmektedir. Ters akış bölgeleri ile serbest akış bölgesini ayıran karışım tabakasında türbülans şiddetleri, artmaktadır.

2. Binalar arası mesafe değişimine bağlı olarak bina arkasındaki girdap büyüklükleri değişmektedir.

3. Binalar akış ortamında bir arada bulunduklarında bu cisimler etrafındaki akış yapıları birbiriyle karşılıklı etkileşim içerisindedir. Burada alınan binalar arası mesafesine bağlı olarak binalar arasında jet akış nedeniyle özellikle binalara yakın bölgelerde hızlar yükselmiştir. Ayrıca binalar arası mesafe değişimine bağlı olarak bina arkasındaki girdap büyüklükleri değişmektedir.

4. Binalar arasındaki mesafe 6.25mm olması durumunda öndeki iki bina arasında oluşan jet akış çapraz binaya çarptıktan sonra bina çevresinde büyük girdaplar oluştururken mesafenin 7.5mm olması durumunda daha küçük girdaplar oluşmaktadır.

5. Binalar arasındaki mesafe 6.25mm olması durumunda çapraz bina çevresinde oluşan girdapların durma noktası x/h=1 ve z/h=0.5 iken mesafenin 7.5mm olması durumunda x/h=0.7 ve z/h=0.48 oluşmuştur.

KAYNAKLAR

[1] PARK, C. W. and S.J. LEE, “Effects of free-end corner shape on flow structure around a finite cylinder, Journal of Fluids and Structures” 19, pp. 141–158, 2004

[2] ZDRAVKOVİCH, M. M., BRAND, V. P., MAATHEW, G. And WESTON, “A. Flow past short circular cylinders with two free ends” J. Fluid Mech., 203, 557-575. 1989

[3] TUTAR, M., ve OĞUZ, G., “ Large Eddy Simulation of Wind Flow Around Paralel Buildings with Varying Configurations”, Fluid Dynamics Research, 289-31 , 2002

[4] BLOCKEN, B., CARMELİET, J.,ve diğ., “ The Mutual Influence of Two Buildings on Their Wind Driven Rain Exposure and Comments on The Obstruction Factor ”, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn . 97, 180-1965 ,2009

[5] BLOCKEN, B., STATHOPOULOS, T., vd.. “CFD Simulation of near Field Pollutant Dispersion on A High Resolution Grid: A Case Study by LES and RANS for A Building Group in Downtown Montreal” Atmospheric Environment 45, 428-438, 2011

[6] YAN, B.W., LI, Q.S. “Wind Tunnel Study of Interference Effects between Twin Super-Tall Buildings with Aerodynamic Modifications”, Journal of Wınd Engineering and Industrial Aerodynamics, 156, 129-145, 2016.

[7] ELSHAER, A., ABOSHOSHA, H., BITSUAMLAK, G., EL DAMATTY, A., DAGNEW, A., “LES Evaluation of Wind-Induced Responses for an Isolated and a Surrounded Tall Building”, Engıneerıng Structures, 115, 179-195, 2016.

[8] Anonim,” PIV çalışma prensibi” http://www.dantecdynamics.com. 2014

[9] TEMEL, Ü., “Yan Yan Taşıt Geçişi Durumlarındaki Etkileşimlerin Meydana Getidiği Akış Yapılarının İncelenmesi”,2003

[10] GUİLMİNEAU, E., “Computational Study of Flow Around A Simplified Car Body” Journal of Wind Engineering and Indutrial Aerodynamics 96. - 2008.

Ni-Ag-B ALAŞIMLI KATALİZÖRÜN SODYUM BOR HİDRÜR METANOLİZİNE KATALİTİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Sait İZGİ[1], Mehmet ASLAN[2], Erhan ONAT[3]

[1]Siirt Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü, Siirt

[2]Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Kimya Bölümü, Diyarbakır

[3]Batman Bilim ve Sanat Merkezi, Batman

Özet

Hidrojen depolamada görev alan bor bileşiklerinden en önemlileri metal hidrür bileşikleridir. Bu bileşiklerden sodyum bor hidrür; hidrojen depolama kapasitesi, zehirli olmaması, yüksek sıcaklıklarda kararlı olması özelliklerinden dolayı en önemli hidrojen depolama bileşiği olma özelliğindedir. Sodyum bor hidrürün hidroliz ürünü, sodyum meta borattır. Sodyum meta boratın tekrar sodyum bor hidrür olarak geri kazanımı oldukça maliyetlidir. Bu sıkıntı hidroliz yerine metanoliz uygulanmasıyla giderilebilir. Çünkü metanolizin ürünü olan sodyum metil boratın sodyum bor hidrür olarak geri kazanımı sodyum meta borata göre daha kolaydır.

Bu çalışmada, sodyum bor hidrür metanoliz tepkimesine; Ni-Ag alaşımlı katalizörün katalitik etkisi incelenmiştir. Katalizör sentezi için %75 oranında Ni metali ile %25 oranında Ag metali kullanılarak uygun indirgenme yönteminden sonra katalizör sentezi yapılmıştır. Ardından sodyum bor hidrür metanolizine katalizör etkisini ölçmek için sırasıyla katalizör metal oranı, sodyum bor hidrür konsantrasyonu ve metanoliz için ortam sıcaklığı değerleri ayrı ayrı incelenerek, metanoliz tepkimesi için optimum şartlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sodyum Bor Hidrür, Metanoliz, Ni-Ag-B Katalizörü

INVESTIGATION OF CATALYTIC EFFECT OF Ni-Ag-B ALLOY CATALYST ON SODIUM BORON HYDRIDE METHANOLYSIS

Abstract

The most important boron compounds involved in hydrogen storage are metal hydride compounds. Of these compounds, sodium boron hydride; It is the most important hydrogen storage compound because of its hydrogen storage capacity, non-toxic and stable at high temperatures. The hydrolysis product of sodium boron hydride is sodium meta borate. Recovery of sodium meta borate again as sodium boron hydride is quite costly. This problem can be solved by applying methanolysis instead of hydrolysis. Because sodium methyl borate, the product of methanolysis, is easier to recover as sodium boron hydride than sodium meta borate.

In this study, sodium boron hydride was subjected to methanolysis reaction; The catalytic effect of Ni-Ag alloy catalyst was investigated. For the synthesis of catalyst, catalyst was synthesized after suitable reduction method using 75% Ni metal and 25% Ag metal. Subsequently, in order to measure the catalyst effect on sodium boron hydride methanolysis, the catalyst metal content, sodium boron hydride concentration and ambient temperature values for methanolysis were investigated separately and optimum conditions were determined for the methanolysis reaction.

Key words: Sodium Boron Hydride, Methanolysis, Ni-Ag-B Catalyst

1. Giriş

Hidrojen, yakıt hücreleri üzerinde çalışan evrendeki en basit element ve en bol bulunan gazdır. Renksiz, kokusuz, tatsız ve saydam bir element olan hidrojen doğadaki en hafif elementtir. Hidrojen, geleceğin temiz enerji sistemlerinde elektronlar için mükemmel bir tamamlayıcıdır. Ayrıca Hidrojen en küçük atomdur ve periyodik tablodaki ilk elementtir. Yeryüzündeki hidrojen su molekülünde, canlılarda ve fosil maddelerde bulunur.

Dünya enerji ihtiyacının büyük bir kısmını fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Fosil yakıtların yoğun bir şekilde kullanılması sonucu, atmosfere salınan başta CO_2 olmak üzere çeşitli zararlı sera gazları hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Hava kirliliğini ve küresel ısınmayı önlemek amacıyla fosil yakıtlara alternatif olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bir çok çalışma yapılmaktadır. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarında en büyük sorun devamlılığın olmaması ve kurulum maliyetlerinin yüksek olması başta gelen temel sorunlarda. Bundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına alternatif olarak, hidrojenin enerji taşıyıcı olarak kullanılması avantajlıdır. Temiz bir enerji taşıyıcısı olan hidrojen, bilimsel ve teknolojik gelişmeler sayesinde günlük uygulamalarda yerini almıştır. Hidrojen dünya çapında gelecek için enerji sorunlarının çözümü olarak kabul edilmektedir (Stetson 2013).

Hidrokarbon içerikli yakıtların zamanla azalmasının yanında bu yakıtların kullanımı sonucu çevreye zarar olarak salınan, yanmamış hidrokarbon, koku, karbon CO ve sera etkisi yapan gazlardan CO_2 gibi zehirli atıklar, ekolojik dengeyi bozarak insan sağlığına ciddi bir şekilde zarar vermektedir. Gelecekte çevre ve çevrenin enerji sorunlarını giderecek olan alternatif temiz enerji kaynakları araştırmacılarca en fazla ilgilenilecek ve araştırılacak olan konuların başında gelecektedir. Günümüzde araştırılan bu enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olarak H_2 ön plana çıkmaktadır (İzgi ve ark., 2017). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını sağlayan sistemler, Proton Değişim Membranı (PEM) yakıt pilleri (hücreleri) olarak tanımlanmaktadır. Bu hücrelerde hidrojen gaz olarak sisteme alınarak elektrik üretimi sağlanmaktadır (Linden ve Reddy 2001). Proton Değişim Membranı (PEM) yakıt pilleri için ideal bir yakıt olup; fosil yakıtlarından çevreye salınan zehirli gazlar ve kirletici gibi etkenler oluşmaz. Ancak H_2 gazının yakıt olarak kullanılmasındaki en büyük sıkıntı depolanmasındaki verimin yetersizliğidir (Zhang ve ark., 2006).

Hidrokarbonlar ve fosil yakıtlar içeren yanıcı maddelerden kaynaklanan hava kirliliği, on yıllar içinde keskin bir şekilde artmıştır. Bu sorunu çözmek için yeni temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları geliştirilmek gerekmektedir. Hidrojenin, proton değişim membranı (PEM) yakıt hücreleri yoluyla temiz enerji sağlamak için tercih edilen yakıt kaynağı olduğu iyi bilinmektedir. Hidrojen gazı, içinde sadece yan ürün olan su PEM yakıt hücreleri için anodik bir yakıttır. Kontrol edilebilir hidrojen üretimi ve saflığı, kimyasal hidritlerin hidrolizini geniş çapta çalışmıştır. Kimyasal hidritler arasında, $NaBH_4$, ağırlık olarak % 10,8'lik bir teorik hidrojen içeriği içerir ve stabilite, alkalin çözeltide yanmaz ve geri dönüştürülmüş yan ürünler dahil olmak üzere birçok esere sahiptir. $NaBH_4$' ün kendi kendine hidrolizi ile suda kendiliğinden hidrojen salınabilir (Chia ve ark.,2012).

Hidrojenin enerji kaynağı olarak ön plana çıkaran ve kullanılmasını sağlayan temel faktörlerin başında çeşitli kaynaklardan elde edilmesi gelmektedir. Bu kaynaklar; termokimyasal yöntemlerle fosil kaynaklardan, hidroliz, sudan elektroliz vb. yöntemlerle, güneş enerjisinden fotoelektrokimyasal yöntemlerle, yeşil alg ve bitki dokusundan fotobiyolojik yöntemlerle, bor kaynaklı bileşiklerden kimyasal yöntemler şeklindedir (Tutar ve Eren 2011). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılması için gerekli şartlar değerlendirildiğinde bazı temel sorunlar karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; hidrojenin gaz olarak depolanması ve taşınması sorunudur. Hidrojenin bileşik olarak depolanmasıyla birlikte yakıt hücresinde kullanımından sonra oluşan ürünlerin geri kazanımı sorunları başta gelmektedir. Taşınma ve depolanma sorunu hidrojenin bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanmasıyla

büyük oranda giderilmektedir. Oluşan bileşiklerin geri kazanımı sorunu metanolizle büyük oranda giderilmektedir (Şahiner ve Demirci 2017, Onat 2016).

Hidrojen yakıtlı araçlarda, hidrojenin güvenli üretimi, taşınması ve yeterli miktarda depolanabilmesi önemlidir. Bu nedenle yüksek hidrojen depolama kapasitesine sahip olan sodyum bor hidrürler, hidrojen depolama ortamı olarak büyük önem kazanmıştır. Sodyum bor hidrür, metanolde bozunurken açığa çıkan hidrojenin yarısının bor hidrürden diğer yarısının ise metanolden karşılanmaktadır. Ancak sodyum bor hidrürden hidrojen elde edilirken Eşitlik 1'de belirtilen reaksiyona göre ortamda katalizörlerin kullanılması gerekmektedir (Ramya ve ark., 2013; Yan ve ark., 2015; Sahiner ve Demirci, 2017).

Hidrojen depolamada kullanılan bor kaynaklı bileşiklerin başında sodyum bor hidrür gelmektedir. Sodyum bor hidrür yüksek hidrojen depolayabilme özelliğinin yanında metanoliz edilmesi sonucunda kendi yapısında barındırdığı kadar hidrojenin metanolden ayrıştırılmasıyla yüksek oranda hidrojen verimini mümkün kılmaktadır. Hidrojen ayrışma tepkimesi Eşitlik 1' de verilmiştir.

$$NaBH_4 + 4CH_3OH \rightarrow NaB(OCH_3)_4 + 4H_2 \qquad (1)$$

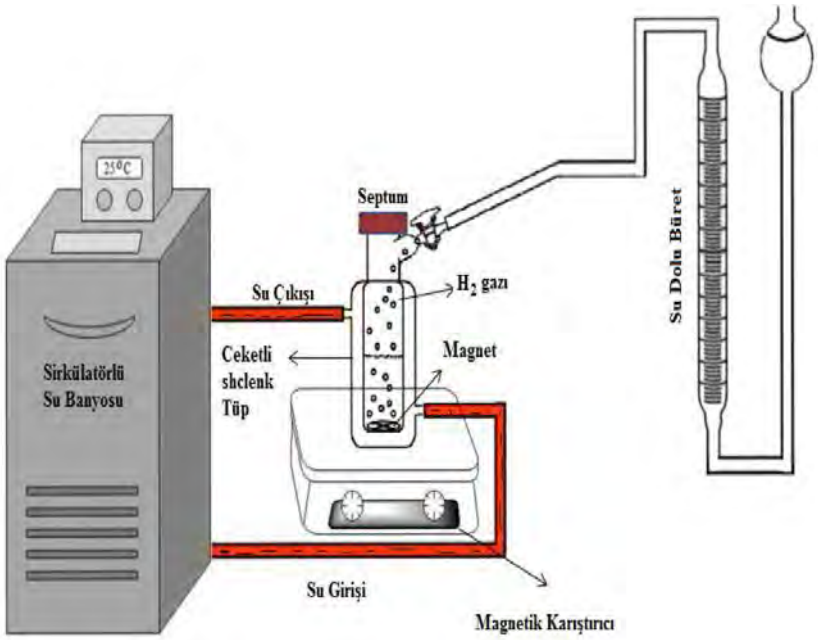
Eşitlik 1'de verilen tepkime hızı katalizörle ayarlanabilmektedir. Katalizör olarak kullanılan metaller genellikle Rh, Ru, Pd ve Pt gibi değerli metallerdir. Bu metallerin maliyet arttıran yüksek değerlerinden dolayı son zamanlarda etkinliği arttırılmış Ni,Co,Cu…, içeren metal karışımlarından katalizör üretimi sağlanmaktadır.

Bu çalışmada Ni-Ag-B katalizörü üretimi sentezi sağlanmış ve bu katalizör varlığında sodyum borhidrür ($NaBH_4$) metanoliz deneylerinin etkinlikleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Sodyum bor hidrürden metanolizle hidrojen üretimine ilişkin deneysel çalışma düzeneği Şekil 1' de verilmiştir. Metanoliz sistemi sıcaklık kontrolü için kullanılan sirkülasyonlu su banyosu, ceketli tüp (deney kabı), manyetik karıştırıcı, dereceli büret (H_2 Ölçümü için) ve bağlantı hortumlarından oluşmaktadır. Bu düzenekte, gerçekleştirilen reaksiyon sonucu elde edilen H_2 gazı miktarı zamana bağlı kaydedilerek grafikleri çizilmiştir.

Katalizör sentezlenirken ise belirlenen değerlere göre metal kaynakları uygun miktarda tartılarak 250 mL lik bir erlene alınmıştır. Metal kaynakları olarak kullanılan bileşikler; $NiCl_2 \times 6H_2O$ (Nikel (II), $AgNO_3$ bileşikleridir. Erlene alınan bu numunelerin parçalanıp çözünmesini sağlamak için 1 saat boyunca ultrasonik karıştırıcı içinde çözünmesi sağlanmıştır. Tamamen dağılmış numune karışımı manyetik karıştırıcıda 500 rpm' de 30 dakika boyunca karıştıktan sonra karışımda bulunan metal oranın 15 katı mol sayıda $NaBH_4$ ilave edilerek indirgenmesi sağlanmıştır. İndirgenen katalizör saf su ile yıkanarak 70 ^{o} C ta azot gazı altında 6 saat kurumaya bırakılarak nem ve sıvıdan arındırılmıştır. İyice kuruyan katalizör havanda ezilip metanoliz deneysel çalışmalarına hazır hale getirilmiştir.



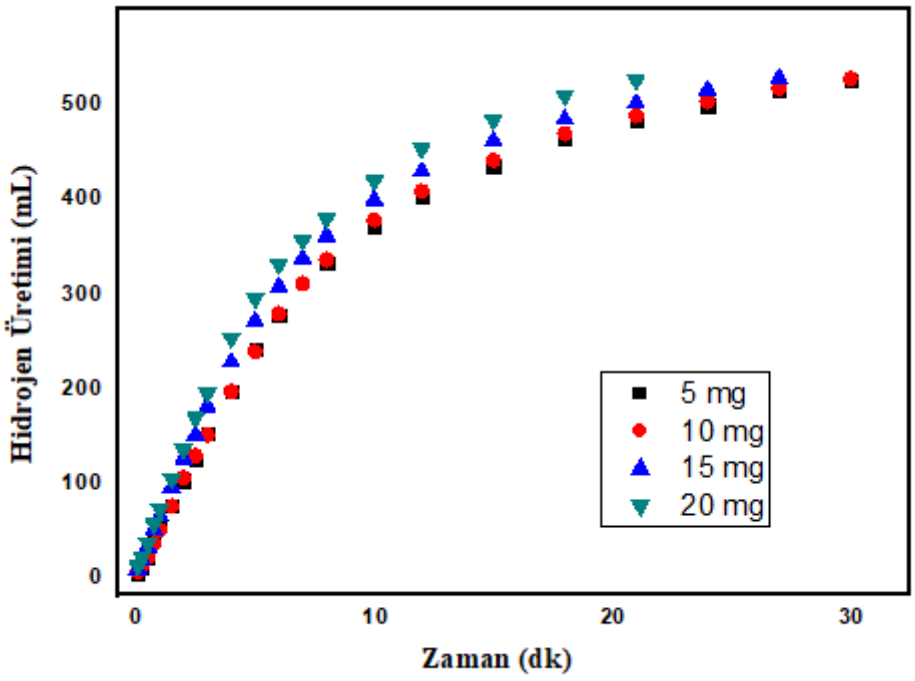
Şekil 1. Metanoliz tepkimesi reaksiyon düzeneği

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında sentezlenen katalizör ile sodyum bor hidrürün metanolizine Şekil 1' de verilen düzenek yardımıyla bakılmıştır. Deneysel çalışma sırasıyla katalizör metal oranı, sodyum bor hidrür derişimi ve sıcaklık parametrelerinin ayrı ayrı incelenmesi şeklinde yapılmıştır. Her bir parametre için belirlenen en iyi sonuçla devam edilerek Ni-Ag-B katalizörünün katalitik etkisi için optimum değerler hesaplanmıştır.

3.1 Katalizör Miktarı

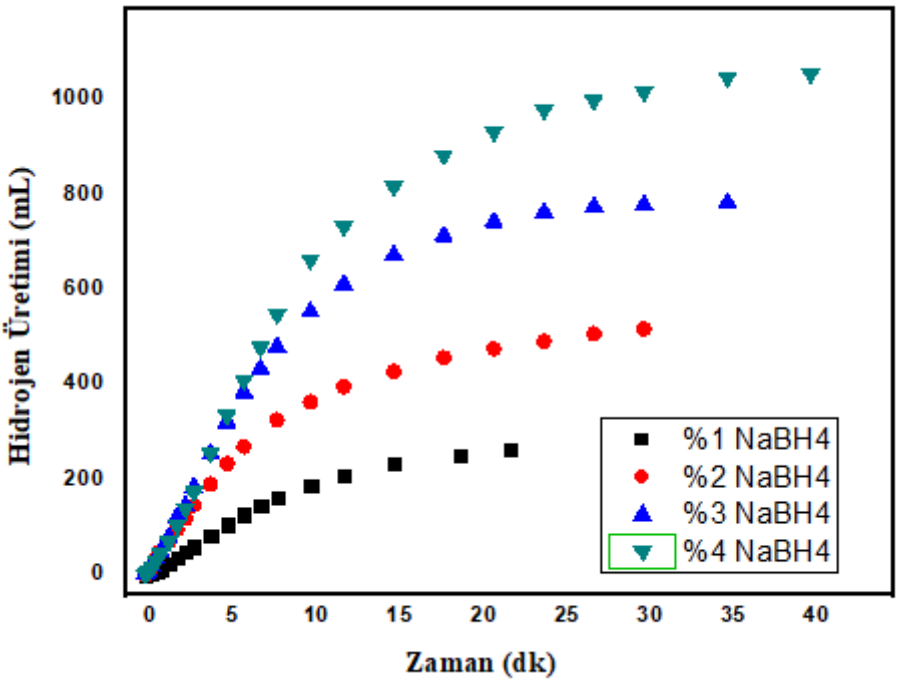
Sodyum bor hidrürün bozunma tepkimesi katalizörle kontrol edilebilen reaksiyonlardandır. Katalizör olmadan reaksiyon oldukça yavaş yürümekte ve daha sonra durmaktadır. Bu nedenle çalışmanın ikinci aşamasında farklı katalizör miktarlarının NaBH4 çözeltisi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışmamızda farklı miktarlarda katalizör kullanımı ile en iyi katalizör miktarına karşılık gelen hidrojen üretimine bakılmıştır. Kullanılan katalizör miktarları Şekil 2'de görüldüğü gibi 5, 10,15 ve 20 mg lık değerlerdir. Şekil 2 de görüldüğü gibi katalizör miktarının artmasına karşılık hidrojen üretim hızı artmaktadır. Burada reaksiyon hızının artış nedeni; katalizörün etkin olduğu aktif bölgelerin, katalizör miktarıyla doğru orantılı olarak artmasından kaynaklanmaktadır. Ortamda bulunan katalizör miktarının artmasıyla, sodyum borhidrür daha fazla temas yüzeyine sahip olacağından reaksiyon süresi kısalarak, reaksiyon hızının arttığı görülmektedir. Hidrojen üretim hızının artması belirli substrata karşılık artan katalizör etkin yüzeyinin artmasıyla da açıklanabilir. Fakat katalizör miktarı başına düşen hidrojen üretim hızının 5 mg lık katalizör miktarında en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Yine bu durum etkin katalizör yüzeyine karşılık en iyi substrata yoğunluğunun yakalandığını ifade etmektedir. Bu yüzden katalizör yardımıyla sodyum bor hidrürün metanolizle bozunması tepkimesine bundan sonraki süreçte katalizör miktarı 5 mg olacak şekilde devam edilmiştir.



Şekil 2. Farklı Ni-Ag-B katalizörü miktarlarına karşılık 30 ° C ta %2 lik $NaBH_4$ çözeltisinin metanolizle hidrojen üretim grafiği

3.2 Konsantrasyon

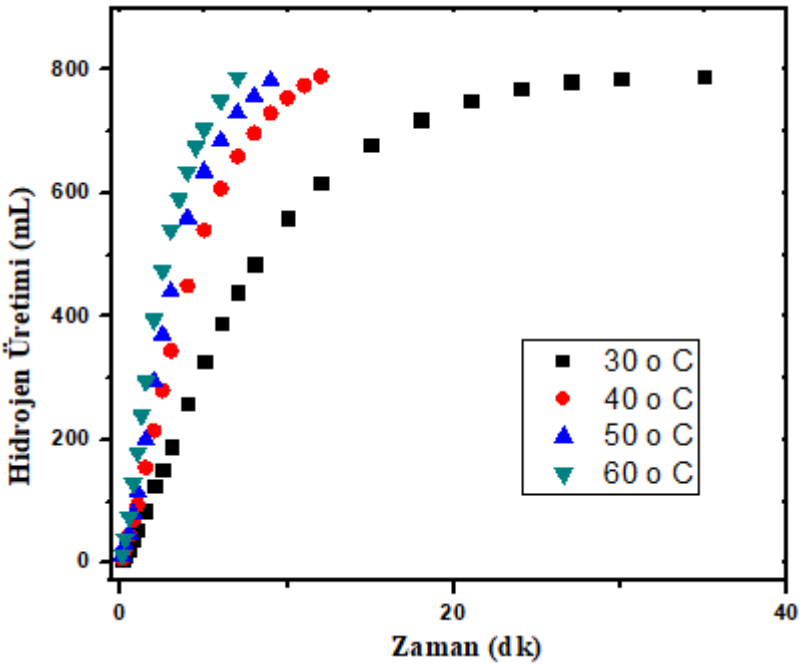
Katalizör miktarına bağlı hidrojen üretin hızı için en iyi hidrojen üretim miktarı değeri belirlendikten sonra sodyum bor hidrür konsantrasyonun hidrojen üretim hızına olan etkisi ölçülmüştür. Bu ölçümlerde çözeltideki sodyum bor hidrür konsantrasyonları %1, %2, %3 ve %4 olacak şekilde $NaBH_4$ konsantrasyon değişimlerinde katalizör etkinliğine bakılmıştır. İlk başta $NaBH_4$ konsantrasyonu arttıkça hidrojen üretim hızının arttığı ölçülmüştür. Ancak %4 lük $NaBH_4$ konsantrasyonuna gelinde hidrojen üretim hızındaki artmada yüksek azalma olması nedeniyle konsantrasyon değeri %3 olarak belirlenmiştir. Bu durum katalizör başına düşen substrat oranında doygunluğa ulaşıldığı anlamına gelir. En iyi hidrojen üretim hızının %3 $NaBH_4$ konsantrasyonunda olduğunun belirlenmesi ile daha yüksek değerlerdeki konsantrasyonlara bakılmamıştır.



Şekil 3. Farklı $NaBH_4$ konsantrasyonlarda 30 ° C ta 5 mg Ni-Ag-B katalizörü varlığında $NaBH_4$ ten metanolizle hidrojen üretim grafiği

3.3 Sıcaklık

Deneysel çalışmanın son aşamasında elde edilen verilerden yola çıkarak belirlenen deney koşullarının farklı sıcaklıklarda, metanolize sıcaklığın etkisinin incelenmesi oluşturmaktadır ve elde edilen veriler Şekil 4'te gösterilmiştir. Katalizör miktarı ve $NaBH_4$ konsantrasyonu belirleme işlemlerinden sonra 5 mg katalizör miktarı ve %3 lük $NaBH_4$ konsantrasyonu ile sıcaklık değerlerine bakılmıştır. Sıcaklıklar 30 ºC, 40 ºC, 50 ºC ve 60 ºC olacak şekilde farklı sıcaklıklarda metanoliz tepkimesinin bozunması incelenmiştir. Şekil 5' te görüldüğü gibi sıcaklık artışına bağlı reaksiyonun hızlandığı görülmüştür ve tepkime süresinin kısaldığı görülmektedir. 30 ºC' ta 40 dakikada biten tepkimenin 60 ºC' ta 7 dakikada tamamlanacak kadar hızlandığı görülmüştür. Böylece sıcaklık artışının, katalizör kontrollü sodyum borhidrürün bozunma reaksiyonlarının hızını arttırarak süreyi kısalttığını söylemek mümkündür.



Şekil 4. Farklı sıcaklıklarda 5 mg Ni-Ag-B katalizörü ile %3 $NaBH_4$ ten metanolizle hidrojen üretim grafiği

4. Sonuçlar

Çalışmamız sodyum bor hidrür metanolizi için yapılan literatür çalışmaları ile karşılaştırıldığında bu çalışmamızda yüksek etkinlik değerlerine sahip katalizör sentezlendiği görülmüştür. Ni-Ag-B katalizörü için en iyi metal katalizör oranı olarak 5 mg katalizör, $NaBH_4$ konsantrasyonu olarak en iyi hidrojen üretim hızı %3 lük $NaBH_4$ konsantrasyonu değerlerinde olduğu saptanmıştır. Sıcaklık değerlerinde ise 30 ^oC üzerindeki değerlerde reaksiyon hızında yüksek hızlanmanın olduğu saptanmıştır. Hidrojen teknolojisi temel maliyetlerinden olan ve hidrojen üretim maliyetini yukarı çeken değerli ağır metal yerine bu çalışmada olduğu gibi Nikel bazlı Ni-Ag-B katalizörü senteziyle uygun maliyetlerdeki katalizörlerle hidrojen üretimine gidilebileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

Chia-C. S. , Ming-C. L. , Shu-L. W. Yao-H. H. ; Ruthenium immobilized on Al_2O_3 pellets as a catalyst for hydrogen generation from hydrolysis and methanolysis of sodium borohydride 2012, 2, 2073-2079

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. *"Metanolde sentezlenen Co-B katalizörün sodyum hidrolizi üzerine etkisi", Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**(4): 151-160.

Linden, D., Reddy, T.B. 2001. *"Handbook of Batteries and Fuel Cells"*, Third Edition, McGraw-Hill Publishing Company.

Onat, E. 2016. "*Farklı Şartlarda Katalitik Aktivitesi Artırılan Co-B, Co-Ti-B, Ni-B Katalizörleri Varlığında Sodyum Borhidrür Hidrolizinin İncelenmesi"*, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Bitlis.

Ramya, K., Dhathathreyan, K., Sreenivas, J., Kumar, S., Narasimhan, S., 2013. Hydrogen production by alcoholysis of sodium borohydride. International Journal of Energy Research, 37(14): 1889-1895

Sahiner, N., Demirci, S. 2017. "*Natural microgranular cellulose as alternative catalyst to metal nanoparticles for H2 production from NaBH4 methanolysis", Applied Catalysis B: Environmental*, 202: 199-206

Stetson, N., 2013. U.S. Department of Energy, Hydrogen and Fuel Cells Program, Annual ProgressReport,HydrogenStorageProgramOverview,http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/progress13/iv_0_stetson_2013.pdf (28.12.2014).

Tutar, F, Eren, M.V. 2011. "*Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye",* Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi. Cilt:3, Sayı:6, İSSN:1307-9832

Yan, K., Li, Y., Zhang, X., Yang, X., Zhang, N., Zheng, J., 2015. Effect of preparation method on Ni2P/SiO2 catalytic activity for NaBH4 methanolysis and phenol hydrodeoxygenation. International Journal of Hydrogen Energy, 40(46): 16137-16146.

Zhang, J., Fisher, T.S., Gore, J.P., Hazra, D., Ramachandran, P.V., 2006. Heat of reaction measurements of sodium borohydride alcoholysis and hydrolysis. International Journal of Hydrogen Energy, 31(15): 2292-2298.

AFRİKA'NIN ALTINDAKİ UYUYAN DEV: YER ALTI SU KAYNAKLARI

Öğr. Gör. Hakan YILDIZ [1*], Prof. Dr. İrfan YEŞİLNACAR[2]

[1]Harran Üniversitesi, Bozova Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü

[2] Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Özet

Gelişen teknoloji ile birlikte insan yaşam standartlarında meydana gelen artış beraberinde birçok problemi de getirmiştir. Temiz ve içilebilir su kaynaklarına erişim bu problemlerin başında gelmektedir. Su savaşlarının sıkça gündeme geldiği günümüzde, küresel ısınma, çevre ve su kirliliği nedeniyle doğal su kaynaklarında yaşanan sıkıntılar tüm dünyayı tehdit etmektedir. Ülkelerin özellikle yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının belirlenmesi, korunması ve temizlenmesine yönelik politika ve uygulamaların hız kazanması bu sıkıntının ciddiyetini göstermektedir. Dünyada temiz ve kullanılabilir su kaynaklarına erişimde en ciddi sıkıntı Afrika kıtasında yaşanmaktadır. Kıtada milyonlarca insan temiz suya erişememekte ve bunların çoğu hayatını kaybetmektedir. Sömürgecilik faaliyetlerinin sebep olduğu sıkıntılar ile mücadele eden kıta, bünyesinde barındırdığı zengin doğal kaynaklarına rağmen hak ettiği ihtişamı kazanamamıştır. Kıta aynı zamanda zengin bir yer altı su kaynağına da sahiptir. Yapılan bilimsel araştırmalara göre kıtanın yer altı su kaynakları yer üstü su kaynaklarının yaklaşık 100 katı civarındadır. Bu çalışmada mevcut yer altı su kaynaklarının varlığı, bu kaynaklara ulaşımda yaşanan sıkıntılar ve karşılaşılan problemler örnekleri ile anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afrika, Su Problemi, Yeraltı Su Kaynakları.

1.Giriş

Su hayatın sırlarından en önemlisidir. Sürdürülebilir canlı hayatında katı, sıvı ve gaz hallerinden birinde bulunarak vazgeçilmez bir rol oynar [1]. Üzerine medeniyetlerin inşaa edildiği ve uğruna savaşların yapıldığı temel dört elementten biridir, su. Küresel ısınma, çevre kirliliği gibi olumsuz birçok nedenle içilebilir ve temiz su kaynaklarında meydana gelen azalma sonucunda dünya üzerinde su problemi günümüzde ve gelecek yıllar içerisinde yaşanacak en ciddi problemler arasında yer almaktadır.

Birleşmiş Milletler, Dünya su günü sebebiyle 22 Mart 2019 yılında yayınlamış olduğu raporda [2], '2030 Sürdürülebilir Gelişim Planı' kapsamında yer alan hedeflerinden biri de 2030 yılına kadar dünya üzerindeki her insanın temiz suya kavuşmasıdır. Ne yazık ki bu söylendiği kadar kolay olmayacak gibi görünüyor öyle ki, dünyada yaklaşık 2 milyar insan temiz suya erişemiyor, her 10 kişiden 3'ü kirli su tüketiyor. Aynı rapora göre dünyada yaklaşık 250 milyon insan temiz su kaynaklarına ulaşmak için saatlerce mesafe yürüyerek evlerine su taşıyor. 2025'e kadar 3.5 milyar insanın su kıtlığı ile karşı karşıya kalacağı öngörülüyor. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre ise her 90 saniyede bir çocuk temiz suya erişemediği için hayatını kaybediyor. Aynı raporun çarpıcı sonuçlarından biri de Afrika'da bir evde kişi başına her gün ortalama 45 litre su tüketilirken, ABD'de bu rakam 300 ile 380 litre arasında değişmektedir. Daha buna gizli tüketimler eklenmiş değil. Yani kişilerin her gün kullandıkları ürünlerin (gıda, tüketim malzemeleri, kozmetik, vs.) hazırlanmasında harcanan su oranları. Bunlar da eklenince kişisel günlük tüketim yaklaşık 5 bin litre daha artmaktadır. BM raporuna göre dünya üzerinde en ciddi su problemi yaşayan ülkeler Afrika kıtasında yer almaktadır.

Dünyanın en zengin maden yataklarına ev sahipliği yapan kıta, mevcut zenginliğini kullanmakta yaşadığı sıkıntılar nedeniyle birçok olumsuzluklarla mücadele etmektedir. Afrika kıtası doğal maden yataklarının yanında oldukça zengin yeraltı su kaynaklarına da sahiptir. Kıtanın sahip olduğu yeraltı su kaynaklarının mevcudiyeti ile alakalı yapılan çalışmalara göre Afrika kıtasında yer alan yüzeysel su kaynaklarının yaklaşık 100 kat civarı yerin altında bulunmaktadır [3]. Afrika kıtasında bulunan yeraltı su kaynakları dünya da ki yeraltı su kaynakları arasında en az veri ve bilgiye sahiptir [4]. Yapılan araştırmalarla gün yüzüne çıkan bulgular mevcut kaynakların Afrika kıtasındaki susuzluğa çare olacağını göstermektedir.

Bu çalışmamızda kıtanın sahip olduğu yeraltı su kaynaklarının mevcudiyeti, bu kaynaklara erişim, kaynak yönetiminde yaşanan problemlere değinilecek ve tüm bunların arkasında yatan temel sebepler örnekleri ile anlatılacaktır.

2. Afrika Kıtası ve Yeraltı Su Kaynakları

2.1. Afrika Tarihi

Afrika, Eski Dünya denilen karalar topluluğunun güneybatı parçasını oluşturur. Doğuda Kızıldeniz ile Asya'dan, kuzeyde Akdeniz ile Avrupa'dan ayrılır.

Afrika, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu açısından dünyanın en büyük ikinci kıtasıdır. Kendisine bitişik kabul edilen adalar ile birlikte 30,8 milyon km² 'lik alanı ile dünya yüz ölçümünün %6'sını ve dünya üzerindeki toprakların % 24,4' ünü kapsar. 1 milyar kişilik nüfusuyla dünya nüfusunun %15' ini barındırır. Afrika kıtasında, tropikal ve sub-tropikal iklim kuşakları geniş yer tutar.

Afrika etnik, kültür ve dil olarak çok büyük bir çeşitliliğe ev sahipliği yapar. 19. yüzyıl sonlarında Avrupa ülkeleri tarafından sömürge haline getirilmiştir. Afrika'nın modern devletleri 20. yüzyıldaki dekolonizasyon sürecinden sonra ortaya çıkmıştır. Afrika ülkeleri kısmen 1881-1914 yıllarındaki Afrika Talanı sırasında şekillenmiştir [5]. Bugün Afrika'daki bağımsız devletlerin sayısı elliden fazladır.

Afrika kıtası bilindiği gibi, zengin yeraltı kaynaklarına sahiptir. Aynı zamanda halkının yüksek refah seviyesinde yaşayabileceği bir potansiyeli vardır. Afrika dünya yeraltı zenginliklerinin yüzde 30'unu bünyesin de barındırılmaktadır.

Coğrafi keşifler ile başlayan Afrika'nın Batılı ülkeler tarafından sömürülmesi yüzyıllardır devam ediyor. Halen keşfedilmemiş doğal kaynakları topraklarında barındıran dünyanın en büyük ikinci kıtası Afrika, dev şirketlerin gözü diktiği bir yer. Petrol, doğalgaz, elmas, uranyum, bakır, kobalt ve altın gibi günlük hayatının her alanında kullanılan ve devlet için yaşamsal kabul edilen madenlerin çıkarıldığı kara kıtada, iç savaşın ve çatışmaların yaşanması nedeniyle zenginlik yansıtılmıyor/yansıtılamıyor.

Rusya ve Kanada'nın ardından dünyanın en büyük elmas üreticilerinin başında Botsvana geliyor. Gana ve Güney Afrika ise altın rezervlerinde öne çıkıyor.

En fazla petrole sahi olan Afrika ülkeleri Nijerya ve Angola. Doğalgazda ise (sıvılaştırılmış doğalgaz LNG) Mozambik'in son 10 yılda keşfedilen rezervleri gelecek vadediyor.

Nükleer yakıt olarak kullanılan uranyumda da önemli paya sahip olan Afrika kıtasında, en çok uranyumun çıkarıldığı ülkeler Nijer ve Namibya.

2.2. Afrika Su Problemi ve Yeraltı Su Kaynakları

Afrika'da yaklaşık bir milyar insan sağlıklı ve temiz suya erişemiyor. Bu ise dünyada sekiz kişiden birinin suya erişememesi anlamına geliyor. BM verilerine göre Afrika'daki insanları %66'sı kurak ve yarı kurak yerlerde susuzluk problemi yaşamaktadır. Yine BM verilerine göre, sadece Somali'de 3,5 milyon insan açlık ve temiz suya ulaşım sorunundan dolayı ölümle yüz yüze gelmiş durumda. Bu su sorunları sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Temiz su yoksunluğu çeşitli salgın hastalıklara yol açarken akarsuyun yakın olduğu yerlerde de suyun taşıdığı bilharzios, uyku hastalığı, nehir körlüğü, gine kurdu, sıtma gibi hastalıklar yaygın olarak görülmektedir. Kolera, tifo, dizanteri, zatürre gibi hastalıklar kıta genelinde rekor sayıda çocuğun ölümüne sebep olabilmektedir [6].

Afrika kıtasındaki insanların temiz ve kullanılabilir su kaynaklarına erişim problemi ciddi boyutlarda ulaşmıştır. Yaşanan bütün sıkıntıları giderebilecek zenginliklere sahip olan kıta hakkettiği ihtişamı ne yazık ki bulamamıştır. Kıta üzerine yapılan araştırmalar neticesinde zengin yer altı su kaynaklarının mevcudiyeti azımsanmayacak boyutta olduğu yapılan çalışmalar sonucunda gün yüzüne çıkmıştır.

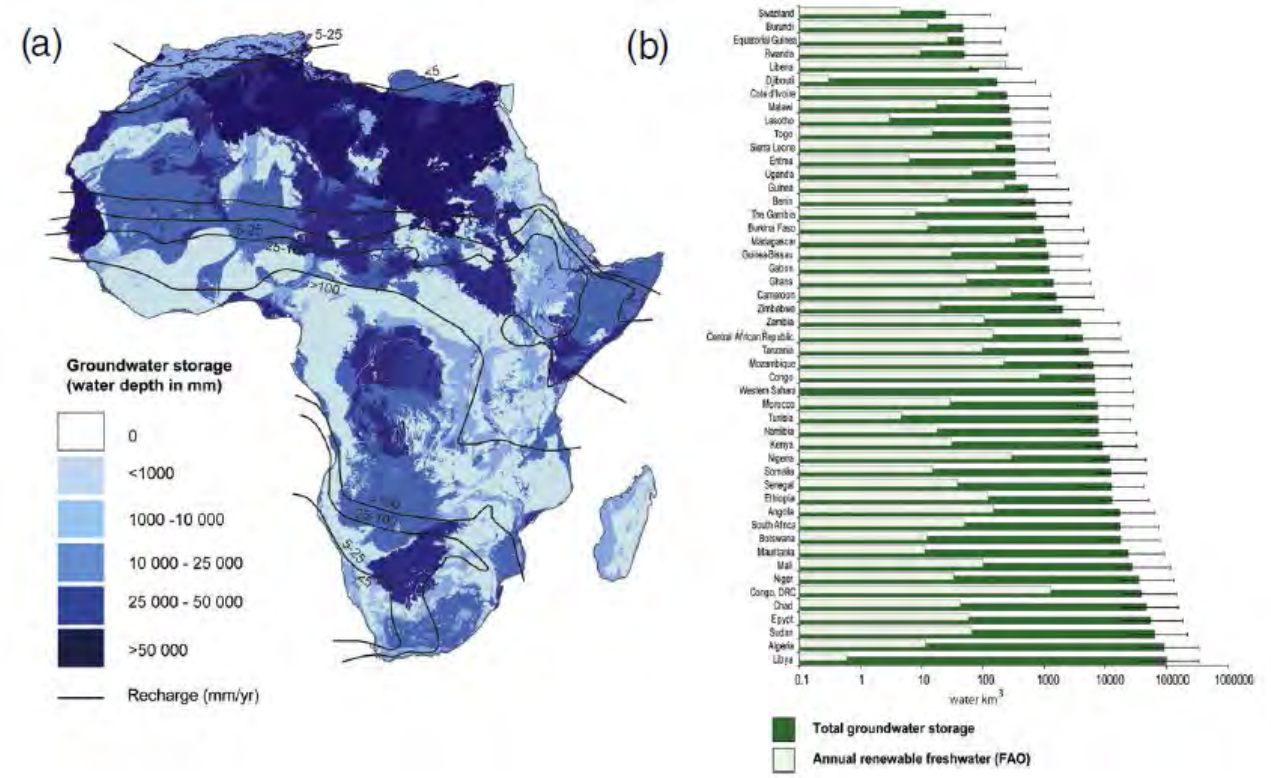
Gelişen ve gelişmekte olan ülkelerin birincil hedefleri arasında yer alan su politikaları sayesinde yapılan projelerle su kaynaklarının korunması ve onlara ulaşım imkanları hızla gelişmektedir. Yüzeysel su kaynaklarının çevresel etkiler nedeniyle kirlenmesi veya yüzeysel su kaynaklarına ulaşımda ortaya çıkan maliyet, yeterlilik gibi etkilerden dolayı yeraltı su kaynaklarına olan ihtiyaç günden güne artmaktadır. Son yıllarda önemi gittikçe artan yeraltı su kaynakları şehirlerin içme ve kullanma ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılmaktadır.

Yeraltı suları toplumlara, şahıslara, tarıma ve sanayiye su temininde çok önemli bir kaynak sağlar ve bazı bölgelerde de nehir akışlarının ana kaynağını oluşturur. Bununla birlikte yeraltı suları ekosistemin çeşitliliği, sürdürülebilirliği ve canlılığı için de gereklidir. Aynı zamanda, yeraltı suyu dünyanın birçok ülkesinde yerel, tarımsal ve endüstriyel amaçlar için kullanılan önemli bir su kaynağıdır. Kırsal alanlardaki milyonlarca insan içilebilir su kaynağı olarak, yaygın dağıtım, düşük geliştirme maliyeti ve mükemmel kalitede olması sebebiyle yeraltı suyuna bağlı kalmaktadır [7].

Alan Mackenzie Macdonald ve arkadaşları Afrika'nın yer altı su kaynaklarının mevcudiyeti ve miktarı ile alakalı yapmış oldukları bir çalışmada verdikleri bilgilere göre Afrika muazzam bir su kaynağı üzerinde bulunmaktadır [4]. Ayrıca çalışma bulguları neticesinde kıtada bulunan yeraltı su kaynaklarının yıllık yenilenebilir tatlı su kaynaklarının 100 katından ve Afrika göllerinde depolanan tatlı sudan 20 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Afrika'daki toplam yeraltı suyu depolanmasının 0.66 milyon km^3 (0.36-1.75 milyon km^3) olduğu tahmin edilmektedir. Afrika'da 300 milyondan fazla insan düzenli olarak temiz içme suyuna ulaşamadıklarını belirten araştırmacılar, suya ihtiyacın önümüzdeki yıllarda nüfus artışı ile birlikte daha da artmasını beklenmektedirler. Ayrıca kıtadaki tatlı su nehirlerinin ve göllerin mevsimsel olarak taşıp kurudukları için düzenli olarak kullanılamadığından da söz etmişlerdir. Yaptıkları çalışma ile ilk defa kıtanın altında saklı duran su kitlesinin detaylı bir analizini yapmayı başarmışlardır.

Gerçekte Afrika kıtası doğal güzellikleri, yer altı su kaynakları, büyük gölleri, geniş nehirleri ile su kaynakları açısından zengin bir kıta fakat siyasi, ekonomik, çevresel ve bölgesel problemler sebebiyle kaynaklara, özellikle de su kaynaklarına erişim pek mümkün olamıyor.

Araştırmacılardan biri olan Helen Bonsor gözle görünmediği için yer altı sularının unutulduğunu söylemiştir. Bonsor "Umarım bu araştırma insanlara yeraltı sularının sunduğu potansiyeli hatırlatır" diyerek, Afrika'daki en büyük yer altı su rezervinin kuzey Afrika'da olduğunu söylemiştir. Araştırmacı "Bu bölgede yerin altında 75 metre kalınlığında bir su şeridi var" diyerek, kurak kabul edilen Afrika kıtasının, aslında büyük su rezervlerinin üzerinde yer aldığını söylemiştir. Hatta bazı bölgelerde çok az derinliklerde bulunan yer altı su kaynaklarına ulaşım için basit el pompalarının bile yeterli olduğunu söylemiştir (Şekil 2 a-b).



Şekil 2. (a) Milimetre cinsinden yer altı su derinlikleri. (b) Her ülke için yer altı suyu depolama hacmi (m^3 cinsinden) [4].

Zengin yer altı ve yer üstü kaynaklarına sahip bir kıtada yaşanan problemlerin kaynağı oldukça fazladır. Afrika yer altı su kaynakları ile alakalı çalışmalar yapan araştırmacılardan olan Helen Bonsor özellikle yer altı su kaynaklarına erişimde yaşanan faktörleri şu şekilde özetlemiştir;

- **Kapsamlı hidrojeolojik veri eksikliği;**
  Hidrojeolojik haritalar, yeraltı suyu seviyelerinin, akifer tiplerinin, hidrokimyanın, toprak tiplerinin ve hidrolik iletkenlik dağılımını gösteren haritalardır. Bu veri türü, yeraltı suyu kalitesini belirlemede çok faydalıdır. Afrika kıtasında Hidrojeolojik verilerin yeterli miktarda olmaması nedeniyle yer altı suya erişim kısıtlıdır [8].

- **Tecrübeli Hidrojeologlar eksikliği;**
  Afrika ülkelerinde sınırlı sayıda nitelikli hidrojeologlar bulunmaktadır. Hidrojeologlar'ın bu azlığı kısmen de olsa, yeraltı suyu bilimcilerinin diğer kıtalarda iş bulması nedeniyle oluşan iş göçünden kaynaklanmaktadır. Yeraltı suyu uzmanlarının

ve eğitimli Hidrojeologlar'ın olmaması, kıta üzerindeki yeraltı suyu araştırmalarını olumsuz etkilemektedir [9].

- **Finansman yokluğu, zayıf politikalar ve yasal otorite eksikliği;**
  Birçok Afrika ülkesinin, politika oluşturma ve uygulama için yeterli mekanizmaya sahip olmadığı için araştırma ve geliştirme yapma olanakları kısıtlıdır. Bu ülkelerin çoğu, su yasalarının düzenlenmesi ve uygulanmasından yoksundur. Yeraltı suyu araştırması ve izlenmesi ile ilgili çalışmalar oldukça az finansmanla sağlanmakta ve genellikle kırsal alanlarda yeterli ekipman eksikliği ve araç gereçlere ulaşımda yaşanan sıkıntılar nedeniyle zor şartlar altında çalışmalar yapılmaktadır. Yoksulluk ve siyasi kargaşanın su çıkarma ekipmanlarına erişimi kısıtladığını ve insanların basit el aletlerine de erişemediklerini ayrıca belirtmişlerdir. Yaşanan sorunun boyutlarının ciddi olduğundan bahseden ekip, uluslararası bir yardım desteği olmadan bu sorunun çözülmesinin pek mümkün olmayacağını da söylemişlerdir [9].

Kıtanın yaşadığı bu sıkıntılara karşı gelişen ülkeler ne yazık ki yeterli yardım elini uzatmamaktadırlar. Özellikle Ülkemizin resmî kurumlarının başını çektiği sivil toplum kuruluşlarının yaptığı projelerle Afrika halkı biraz da olsun rahatlamaktadır. Suya olan ihtiyaçların açılan su kuyuları ile giderildiği çalışmalar sayesinde temiz ve içilebilir su kaynaklarına ulaşım imkânı her geçen gün artmaktadır. Kıta da faaliyet gösteren TİKA resmi verilerine göre; kurumun 2018 yılı bütçesinin %27,93'lük en yüksek orana sahip kısmı Ortadoğu ve Afrika kıtasına yapılmıştır. Bu bütçe ile kıtada ekonomik ve sosyal altyapılar ile üretim ve diğer sektörlerde projeler gerçekleştirilmiştir. Afrika kıtasında özellikle temiz suya olan ihtiyacı gidermek için TİKA, 2003-2018 döneminde 1.200'den fazla su kuyusu açmıştır (Şekil 3.). TİKA basit bir su kuyusu açmanın ötesine geçerek, kırsal kalkınma ve tarımı destekleyici şekilde uzman eğitimleri sağlamış, bir yandan konu ile ilgili farkındalığın arttırılmasına diğer yandan bu alanda beşerî sermaye oluşturulmasına katkıda bulunmuştur [10]. Ülkemizin başını çektiği yardım kuruluşları sayesinde milyonlarca Afrikalı temiz ve içme suyuna kavuşmaktadır. Birçok yardım kuruluşunun özellikle ülkemizin temiz su kaynaklarına erişim imkânı sağlamasına karşın kıta halen su sıkıntısı ile mücadele etmektedir.



Şekil 3. TİKA Tarafından Afrika'da Açılan Su Kuyuları

4.Sonuç

Sonuç olarak Afrika'nın açlık ve susuzluk sorununun doğal şartlardan kaynaklandığını söylemek pek mümkün değildir. Sorunun kökeninde Afrika kıtası üzerinde yüzyıllardır süren beşeri hırslar sebebiyle meydana gelen jeopolitik ve ekonomik çıkar çatışmaları yatmaktadır. Özellikle sömürgecilik sonrası dönemde de Afrika'da güçlü merkezi hükümetler kurulamadığı gibi, iç siyasi çekişmeler de Afrika ülkelerinin siyasi ve ekonomik gelişmesini engellemiştir. Bu durum ekonomik olarak gelişemeyen Afrika ülkelerinin temiz su kaynaklarını ulaşmalarını engellemiştir. Bu çalışma ile Afrika da bulunan yer altı su kaynaklarının varlığı belirtilmiş ve bu kaynaklara ulaşımda yaşanan problemler maddeler halinde anlatılmıştır. Mevcut kaynak miktarının kıtada yaşana sıkıntıları giderecek boyutta olduğu bilimsel veriler ışığında belirtilmiştir. kaynaklara ulaşımda yaşanan problemlerin neler olduğu belirtilmiş ve bu problemlere nasıl çözüm olabileceği çıkarımlarla belirlenebilecek açıklamalar yapılmıştır.

Kaynaklar

[1]. Şen, Z. (2006). Kur'anı Kerim ve Su Bilimi. Su vakfı yayınları.

[2]. The United Nations World water development report, (2019). Leaving no one behind.

[3]. Mac Donald, A.M., Bonsor. H.C., Dochartaigh, B. E. O. ve Taylor, R. G. (2012). Quantitative maps of ground water resources in Africa, Envıronmental Research Letters, 7. doi:10.1088/1748-9326/7/2/024009.

[4]. Cobbing, J. and Hiller, B., (2019). Waking a sleeping giant: Realizing the potential of ground water in Sub-Saharan Africa. World Development. 122:597-613.

[5]. Afrika, (https://tr.wikipedia.org/wiki/Afrika. Erişim tarihi:16.07.2019).

[6]. Afrika'da Susuzluk, (https://insamer.com/tr/afrikada-susuzluk_121.html. erişim tarihi:16.07.2019).

[7]. Kahraman, N., Yazıcı Karabulut, B., Atasoy, A.D. ve Mehmet İrfan Yeşilnacar, M,İ., (2016). Harran Ovası Serbest Akiferinde Yaz ve Kış Dönemleri Nitrat Kirliliğinin Araştırılması (2014-2015). Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi. 2:1-8.

[8]. Y. Altchenko, K.G. VillholthMapping irrigation potential from renewable groundwater in Africa – A quantitative hydrological approach. Hydrology and Earth System Sciences, 19 (2015), pp. 1055-1067

[9]. Adelana, S. M. A. and MacDonald, A. M. (2008). Applied Groundwater Studies in Africa IAH Special Publications in Hydrogeology. vol 13.

[10]. TİKA Faaliyet Raporu, (2018).

Hidroelektrik Santrallerde Oluşan Dinamik Dengesizliklerden Kaçınmak İçin Çözüm Yöntemlerinin Araştırılması

Osman ÖZDEMİR[a], Gökhan KAHRAMAN[b], Yahya TAŞGIN[b]

[a] EÜAŞ Genel Müdürlüğü Keban HES İşletme Müdürlüğü

[b]Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Özet

Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında hidroelektrik enerji gelmektedir. İnsanlık tarihi boyunca suyun hareket enerjisinden yararlanmak için çeşitli metotlar kullanılmıştır. Henüz gelişme aşamasında olan yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak hidrolik enerji uzun yıllardır bütün dünyada kullanılan bir enerji türüdür. Dünya enerji ihtiyacının %16'sı hidroelektrik santrallerden elde ediliyor olması bu yapıların enerji üretimindeki önemini göstermektedir. Hidrolik enerji diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla bazı teknik üstünlükler sunmaktadır.

Hidroelektrik enerji enterkonnekte sistemin sigortası olması açısından güvenli bir enerjidir. Depolamalı Hidroelektrik Santrallerde enerjinin kolayca depolanması ve ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilmesi çok büyük bir avantajdır. Hidroelektrik, enerji şebekelerinin dengelenmesinde hayati rol oynar. Şebekede sık sık görülebilecek yük değişiklikleri ve frekans değişikliklerine anında müdahale ederek şebekenin işleyişini düzenler ve kaliteli enerji üretimine büyük oranda katkı sağlar. Şebekedeki reaktif gücü kontrol eder ve böylece elektriğin üretim noktasından tüketim noktasına düzgün akışını sağlar. Dışarıdan herhangi bir enerjiye ihtiyaç duymadan elektrik üretimine geçebilir ve böylece termik santraller gibi üretime geçmesi uzun zaman alan diğer enerji kaynaklarına yardımcı güç sağlayarak onların elektrik üretmelerini sağlar.

Hidroelektrik santraller yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı ülke ekonomisine büyük katkılar sunmaktadır. Bu nedenle ünitelerinin sürekli elektrik enerjisi üretimine hazır tutulması büyük önem arz etmektedir. Hidrolik türbinlerde en önemli arızalardan biri vibrasyon olayıdır. Vibrasyon seviyesinin standartların üzerinde olması bir hidrolik türbinin hidrodinamik yağlamalı yatakları başta olmak üzere bütün sistemine büyük hasarlar verebilmektedir. Bu hasarlar sonucu hidrolik türbin uzun süreler elektrik üretememekte ve

ülke ekonomisine büyük kayıplar vermektedir. Bu çalışmada, hidroelektrik santrallerde önemli bir sorun oluşturan vibrasyon olayının nasıl tespit edildiği incelenmiş ve vibrasyon olayının zararlı etkilerini azaltmak için önleme yöntemleri araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler; Yenilenebilir enerji, Hidroelektrik santral, Vibrasyon

Abstract

Hydropower is the leading renewable energy source. Throughout human history various methods have been used to utilize the energy of motion of water. Unlike renewable energy sources which are still under development, hydraulic energy is a type of energy that has been used all over the world for many years. The fact that 16% of the world's energy needs is obtained from hydroelectric power plants shows the importance of these structures in energy production. Hydraulic energy offers some technical advantages over other renewable energy sources.

Hydroelectric energy is a secure energy in terms of insurance of the interconnected system. Storage Hydroelectric Power Plants can be easily stored and used when needed. Hydropower plays a vital role in balancing energy networks. It intervenes in the load changes and frequency changes that can be seen frequently in the network and regulates the operation of the network and contributes greatly to quality energy production. Controls the reactive power in the network and thus, it ensures the smooth flow of electricity from the point of production to the point of consumption. It can switch to electricity generation without the need for any external energy and thus providing power to other energy sources, such as thermal power plants, which take a long time to go into production, allowing them to generate electricity.

For the reasons mentioned above, hydroelectric power plants contribute greatly to the national economy. For this reason, it is of great importance that the units are ready for continuous electrical energy production. One of the most important faults in hydraulic turbines is the vibration event. If the vibration level is above the standards, it can cause great damages to the whole system, especially the hydrodynamic lubricated bearings of a hydraulic turbine. As a result of these damages, the hydraulic turbine is unable to generate electricity for long periods of time and causes great losses to the national economy. In this study, it has been investigated how the vibration event, which is an important problem in hydroelectric power

plants, has been detected and prevention methods have been investigated to reduce the harmful effects of vibration event.

Keywords; Renewable energy, Hydroelectric power plant, Vibration

1.Giriş

Hidroelektrik santraller ülkeler için çok önemli temiz enerji kaynaklarıdır ayrıca doğaya karbon salınımları hemen hemen hiç yoktur. Hidroelektrik santrallerin bu önemi hidroelektrik santralleri ile ilgili bilimsel çalışmaların sayısını gün geçtikçe artırmaktadır. Literatürde hidroelektrik santrallerle ilgili bir çok çalışma mevcuttur[1, 2, 3, 4,5]. Yücesan ve Kahraman hidroelektrik santrallerde önemli riskleri Pythagorean fuzzy AHP modeli ile değerlendirerek bu santrallerde en önemli riskleri tespit etmişlerdir[6]. Hidroelektrik santrallerin enterkonnekte sistemin ihtiyacına göre sürekli enerji üretebilmeleri için arızalarının önlenmesi gerekmektedir. Hidroelektrik santrallerinde kavitasyon olayının türbin çarkına vermiş olduğu hasarlar, dönen kütledeki titreşim ve balans problemi, hidrodinamik yatak arızaları en önemli sorunların başında gelmektedir. Saleem ve diğerleri, şaftlarda titreşim deneyleri yaparak oluşacak arızaları önceden tespit etmeye çalışmışlardır[7]. Türkmenoğlu hidrolik santrallerde bir Francis türbininde verimliliği etkiliyen girdap hareketini (vortex) inceleyerek titreşim sorunun giderilmesi için çalışma yapmıştır.[8] Favrel Francis türbinlerde vortex'in kavitasyon dinamiğine etkisi hakkında çalışması mevcuttur.[9] Allıgné, kavitasyon girdabının uyarma kaynaklarının daha iyi belirlenmesi için üç boyutlu sıkıştırılamaz bir modele dayalı deney similasyonu kurarak dengesizliğin en aza indirilmesi için çalışmıştır.[10] Uysal ve Morgül dönen makinelerdeki dengesizlik (balanssızlık) arızalarının genel özelliklerini incelemişler ve dengesizlik arızasını titreşim analizi ile spektrum grafikleri ve faz açıları yardımıyla belirlemişlerdir.[11] Mogal ve Lalwani dönen makinelerde dengesizlik ve yanlış hizalama arızalarını (order analizi) makinenin frekans ve genliğini inceleyerek tespit etmeye çalışmıştır. [12] Saçma ve diğerleri, Francis türbinlerinde kısmî yüklerde meydana gelen yüksek titreşimlerin sürekli (online) titreşim izleme sistemi ile analizi yoluyla döner girdap halatı olgusunun tanımlanmasını incelemişlerdir. [13] Başeşme, hidrolik türbinlerin akımı, tipleri, teçhizatları ve hidrolik santrallerin projelendirme, imalat, montaj ve işletilmesiyle ilgili dikkat edilecek husuları belirten çalışmalar yapmıştır [14]

2.Materyal ve Yöntem

Hidrolik türbin ünitesinde mekanik titreşimlere tesir eden etkenler 3 ana başlık altında gösterilmektedir.

a) Dinamik dengesizlikler

b) Hidrolik dengesizlikler

c) Manyetik dengesizlikler

Hidroelektrik santrallerde oluşan dengesizlik şaftın belli kısımlarına sensörler yerleştirilerek tespit edilebilmektedir. Şekil 1'de bir hidroelektrik santralin türbin kılavuz yatak kısmına yakın bir bölgeye yerleştirilen vibrasyon ölçüm sensörü görülmektedir.



Şekil 1. Türbin kılavuz yatak kısmına yerleştirilen vibrasyon ölçüm sensörü

Dinamik dengesizlikler; Hidrolik türbin ünitelerinde meydana gelen dinamik dengesizlikler malzeme imalat hataları, dönen kütlede balans problemi ve yatak ayarsızlığı sebepleriyle oluşmaktadır. Malzeme imalat hataları üniteye balans yaparak giderilemiyorsa ancak malzemenin yenisi ile değiştirilmesiyle giderilebilmektedir. Dengesizlik kendini devir hızında ortaya çıkarır ve radyal doğrultuda titreşime yol açar. Bu yüzden dinamik dengesizliklerin ortadan kaldırılması için türbin-generatör ünitesinin komple döner kütlesinin, nominal devir sayısında ve hatta aşırı hız devir sayısında, çok hassas şekilde dinamik balansının yapılması gerekir. Dengeleme (balans) işlemi, makine üzerindeki dengelenmemiş kütlenin, karşı bir kütle ile dengelenmeye çalışılmasıdır. Uluslararası standart olan ISO 1940'ta dengelemenin esasları detaylandırılmıştır. Dengeleme, sabit olarak tezgâhlarda yapılabileceği gibi, protatif cihazlar ile yerinde de yapılabilmektedir. Yerinde dengeleme yapabilen cihazların üzerinde bir dengeleme programı bulunmaktadır. Bu programlar, kullanıcının her bir adımda ne yapması gerektiğini tarif ederek sonuçta dengeleme ağırlığının nereye yerleştirileceğini

söylerler. Böylece kullanıcının ayrıca hesap yapmasına gerek kalmamaktadır. Dengeleme yapılırken döner kütleye monte edilen ağırlık şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2 - Balanssızlık Dengeleme ağırlığı

Yerinde dengelemenin avantajları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

1- Makine şaftı yerinde dengelendiği için; makinenin demontajı ve şaftın balans tezgahı olan başka bir yere nakli gibi durumlar ortadan kalkmış olur.

2- İşlem şaftın kendi yatakları üzerinde gerçekleştirildiği için, daha hassas ve sağlıklı dengeleme yapılabilmektedir.

3- Balans tezgâhına bağlanamayacak büyüklükteki şaft ve rotorlar dahi rahatlıkla yerinde dengelenebilmektedir.

4- Çok kısa süre içerisinde hassas bir dengeleme işlemi rahatlıkla yapılabilmektedir.

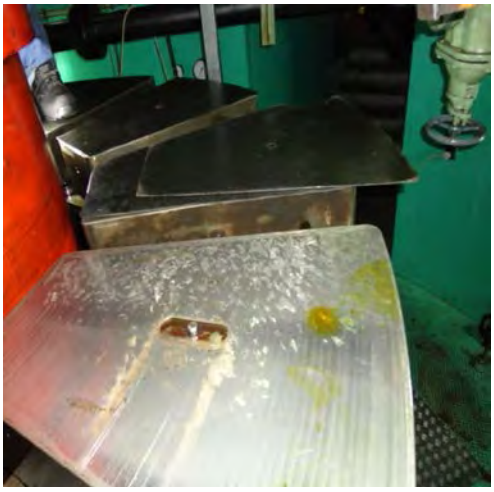
5- Yerinde dengeleme için gerekli olan cihazın yatırım maliyeti diğer yöntemlere nazaran oldukça düşüktür.

Titreşim analizi, döner makinelerde arıza teşhisi için önemli bir araçtır. Bu bölümde dengesizlik ve eksen kaçıklığı hata teşhisinin konması için titreşim analizinin "orderanalysis" tekniği ile yapılarak balanssızlık teşhisi görülecektir. "Orderanaliz" yönteminde hem faz hem de genlik grafikleri elde edilir. Faz ve genlikten, genellikle hata tipinin dengesizlik mi yanlış hizalamamı olduğu ortaya çıkartılır ve yeri tanımlanır. Deneysel sonuçlar "orderanalysis", hata teşhisi için etkili bir teknik olduğunu göstermektedir.

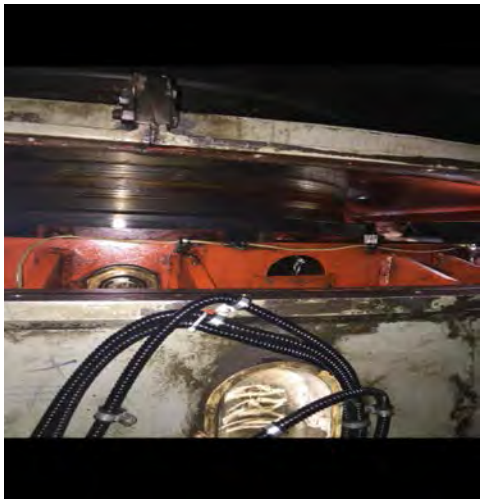
Bu iş için el tipi bir titreşim ölçüm cihazı, titreşim sensörü ve devir ölçmek için bir adet takometre yeterlidir. Titreşim sensörleri (piezoelektrik ivmeölçer) yatak üstüne radyal

yönde mıknatısla tutturulurlar. Fotoelektrik (veya lazerli) takometre ise, şaft üzerinde dönen bir noktaya yapıştırılmış olan bir yansıtıcı bandı uzaktan görecek şekilde tutturulur. Bandın her geçişinde yansıyan ışığı algılayan takometre bu sayede devir hızını ölçecek ve tetikleme alacaktır. Dolayısıyla titreşim sinyali ve devir tetiklemesine ait sinyal arasındaki faz farkı belirlenebilecektir.

Francis türbinlerde yatak ayarsızlığı arızası; Hidrolik türbin-generatör ünitelerinde türbin rotoru kanatları üzerinde etkiyen eksenel hidrolik yük (eksenel itme yükü) ile türbin rotoru dönme boşluklarından kaçan suyun, türbin rotor üst gövdesi yüzeyi üzerine etkidiği hidrolik yükün bir yatak tarafından karşılanması gerekir. Bu görevi yapan yatağa 'taşıyıcı yatak' adı verilir. Kılavuz yatakları, türbin ve generatöre gelen ve eksene dik olan yatay yükleri karşılayan teçhizatlardır. Şaft boyunca türbin ve generatör, türbin kılavuz yatağı ve bazı durumlarda generatör üst kılavuz yatakları ile yataklanmıştır. Taşıyıcı yatak şekil 5.3.a, generatör yatak şekil 5.3.b, türbin kılavuz yatağa ait ayar civatası şekil 5.3.c. ve generatör kılavuz yatağa ait ayar civatası şekil 5.3.d'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3.a Taşıyıcı yatak



Şekil 5.3.b Generatör kılavuz yatak



Şekil 5.3.c Türbin Kılavuz Ayar Civatası



Şekil 5.3.d Generatör Kılavuz Yatak Ayar Civatası

Francis türbin yataklarına enterkonnekte sisteminden gelen ters güçte darbeler, türbinlerin çalışması esnasında oluşan mekaniksel sistem arızaları neticesinde makinenin çalışma devri mevcut çalışma devrinin çok üstüne çıkması makine parçalarının darbe almasına neden olabilir. Bunun sonucunda türbin şaftını merkezleyen kılavuz yatak ve generatör kılavuz yatak lokmalarına ait ayar civataları gevşeyerek yatak ayarsızlığına yol açar. Bir kılavuz yatak bölgesindeki şaft salınım genliği kılavuz yatağına ait çapsal dönme boşluğunun 1 / 4 oranından büyük olmalıdır.

Yatak ayarsızlığından kaynaklanan dengesizliğin giderilmesi için, türbin kılavuz yataklara ait lokmalarının şaft ile arasındaki boşluk mesafesi çevresel olarak sentille kontrol edilir. Bu kontrol sonucunda şaftın eğiklik yönü tespit edildikten sonra şaft dikliği sağlanır. Daha sonra şaft sabitlenerek lokma ayar civataları şafta yanaştırılır ve belirlenen toleransta geri çekilerek ayarlanır. Daha sonra generatör kılavuz yatak ayarına geçilir. Burada hassas su terazisi kullanılarak şaft merkezlemesi yapılır. Ayar civatalarında aynı işlemler tekrarlanarak türbin yatak ayarsızlığı giderilmiş olur.

3.Sonuçlar

Vibrasyon bütün döner makinelerde olduğu gibi hidroelektrik santrallerde de büyük önem arz etmektedir. Normal vibrasyon değerleri dışında çalışan bir makinede arızanın hangi kısımda oluşacağını tahmin etmek çok zordur. Ayrıca oluşan arızalar hidroelektrik santrallerin ünitelerine büyük hasarlar vererek uzun süre enerji üretimini engelleyebilir. Bu nedenle türbin-generatör ünitelerinde vibrasyon şiddetini izlemek ve oluşan vibrasyonun kaynağını tespit ederek önlemler almak makine için hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada, hidroelektrik santrallerde vibrasyon oluşumunun nedenleri araştırılmıştır. Vibrasyonun temel olarak üç dengesizlikten meydana geldiği ifade edilmiştir. Bunlar dinamik, hidrolik ve manyetik dengesizliklerdir. Bu dengesizliklerden dinamik dengesizlik detaylı bir şekilde incelenerek hidroelektrik santrallere verdiği zararlar incelenmiş ve nasıl önlem alınması gerektiği açıklanmıştır. Hidroelektrik santraller için vibrasyon oluşum kaynaklarının sınıflandırılarak araştırılması vibrasyonu önleme açısından daha etkili bir yol olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Tüm hidroelektrik santrallerde vibrasyonla mücadele vibrasyon kaynaklarını sınıflandırarak önlemlerin alınması ile daha etkili olacaktır.

4.Kaynaklar

1. Jawahar C.P., Michael P.A., A review on turbines for micro hydro power plant, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 72, May 2017, Pages 882-887.

2. Rahi O.P., Kumar A., Economic analysis for refurbishment and uprating of hydro power plants, Renewable Energy, Volume 86, February 2016, Pages 1197-1204
3. Kumar R., Singal S.K., Operation and Maintenance Problems in Hydro Turbine Material in Small Hydro Power Plant, Materialstoday Proceedings, Volume 2, Issues 4–5, 2015, Pages 2323-2331
4. Kahraman G., Taşgın Y., Research of thermal performance by metallographic investigation of stator winding solder region in hydroelectric power plants, Engineering Failure Analysis, Volume 97, March 2019, Pages 311-321
5. Bozkurt S., Tür R., Dünyada ve Türkiye`de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi ve Genel Değerlendirme , IV. Su Yapıları Sempozyumu, 19-20 Kasım 2015 Antalya,Pages 322-330
6. Yücesan M., Kahraman G., Risk evaluation and prevention in hydropower plant operations: A model based on Pythagorean fuzzy AHP, Energy Policy, Volume 126, March 2019, Pages 343-351
7. Saleem M.,A., Diwakar G., Satyanarayana M.R.S., Detection of Unbalance in Rotating Machines Using Shaft Deflection Measurement during Its Operation, 2012, 8-20.
8. Türkmenoğlu V., The vortex effect of Francis turbine in electric power generation 28.01.2013
9. FAVREL A.T., Dynamics of the cavitation precessing vortex rope for Francis turbines at part load operating conditions, doctoral thesis ,12 February 2016
10. ALLIGNÉ S., Forced and Self Oscillations of Hydraulic Systems Induced by Cavitation Vortex Rope of Francis Turbines, doctoral thesis ,9 Semptember 2011
11. Uysal V., Morgül K.Ö., Dönen makinelerdeki dengesizlik (balanssızlık) arızasının titreşim analizi ve faz açısı yardımıyla teşhisi, SAÜ Fen Bil Der 19. Cilt, 3. Sayı, s. 245-256, 2015
12. Mogal S.P ve Lalwanı D.I., Experimental investigation of unbalance and misalignment in rotor bearing system using order analysis, Journal Of Measurements ın Engiering. December 2015, Volume 3, Issue 4
13. Saçma S.,Eskikale T.,Orhon B.E, Francis türbinlerinde döner girdap halatının titreşim ölçümleriyle belirlenmesi, VIII.Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 28-29-30 Eylül 2017 / Denizli
14. BAŞEŞME, Hidayet. 2003 Hidroelektrik Santrallar ve Hidroelektrik Santral Tesisleri, DSİ Yayınları, Ankara.

EFFICIENT USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES: PUMPED STORAGE HYDROELECTRIC POWER PLANTS

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ETKİN KULLANILMASI: POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Dr. Öğr. Üyesi Alper AYDEMİR [(1)], Dr. Öğretim Üyesi Neşe AÇANAL [(2)], Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR [(3)]

(1) Nuh Naci Yazgan University, Civil Engineering Department, Kayseri, Turkey.

(2) Erciyes University, Civil Engineering Department, Kayseri, Turkey.

(3) Nuh Naci Yazgan University, Civil Engineering Department, Kayseri, Turkey.

Özet

Dünya nüfusundaki artış ve modern hayatın ihtiyaçları enerjiye olan bağımlılığı arttırmaktadır, ancak mevcut enerji kaynakları bu ihtiyacı karşılayacak seviyede değildir. Yenilenebilir enerji kaynakları temel enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Fakat, bu kaynakların verimlilikleri fosil temelli kaynaklara göre düşüktür. Pompaj depolamalı projeler, elektrik enerjisi ihtiyacının az olduğu zamanlarda ucuz enerji kullanımı ile suyun yüksek bir kota pompalanarak, pik talep olan saatlerde tekrar hidroelektrik enerji üretilmesi için kullanılması prensibine göre tasarlanmaktadır. Pompaj için ihtiyaç duyulan enerji rüzgâr veya güneş gibi diğer enerji kaynaklarından sağlanabilir. Türkiye yüksek hidroelektrik potansiyeli olan ve çok sayıda barajdan elektrik üreten bir ülkedir. Araştırmalar Türkiye'de çok sayıda pompaj depolamalı tesis için uygun bölge olduğunu gösterse de bu duruma karşılık henüz faaliyet ya da inşaat aşamasında olan herhangi bir pompaj depolamalı tesis bulunmamaktadır. Pompaj depolamalı tesisler için fizibilite çalışmaları arttırılıp ekonomik olarak elverişli olan geleneksel hidroelektrik barajlar pompaj depolamalı tesislere dönüştürülerse ülkemizde elektrik enerji ihtiyacındaki anlık çalkantıların düzenlenmesinde teknik ve ekonomik kazançlar sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller, Hidroelektrik, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Enerji Verimliliği

Abstract

High world population and steadily rising needs of modern life increase the dependency on energy, but the existing energy sources are insufficient to meet this energy demand. Renewable energy sources could be used as essential energy sources. But efficiencies of these resources are relatively lower than the fossil-based fuels. Pumped Storage projects are designed according to the principle of pumping water to a higher elevation at times of low costs due to low demands for electric energy which is later used for generation of hydro-electric energy during peak energy demand hours. Energy consumed for the pumping process could be provided by other renewable sources such as wind mill or solar power plants. Turkey has a high hydropower potential and already has many dams used for electricity generation. Relevant researches show that high potential of pump storage sites are available in Turkey; but, in spite of this fact, there is no pump storage hydropower plant in Turkey, neither in operation nor under construction stage. By performing the feasibility studies for all potential dams as soon as possible and by converting the viable ones to pump storage hydropower plants, tangible technical and economic benefits will be gained because of regulating the fluctuations in demand for electric energy in our country.

Keywords: Pumped Storage Hydropower Plants, Hydropower, Renewable Energy Resources, Energy Efficiency

Renewable Energy Resources for Electricity Generation

Electricity is the easily controlled and securely transferred form of energy. Lightening, heating, electric machines, computers, cooling, and various uses in industry are the most common areas for usage of electricity. Technological developments cause new areas that need electricity such as electric-powered vehicles in transport sector to arise. High world population and steadily rising needs of modern life increase the dependency on energy at a rising pace, but the existing energy sources are insufficient to meet this energy demand.

The term “renewable” is generally applied to those energy resources and technologies whose common characteristic is that they are non-depletable or naturally replenishable. Renewable resources include sun, wind, falling water, heat of the earth (geothermal), plant materials (biomass), waves, ocean currents, temperature differences in the oceans, and tides. Renewable energy technologies produce power, heat or mechanical energy by converting those resources mostly to electricity (Organization of American States, 2019).

Electricity from renewable sources is now cheaper per unit energy than oil, about the same price as the fossil methane, but, still, more expensive than coal. Other opportunities are cheaper transport, better control, higher energy efficiency in final production of energy services and lower local environmental costs (Kåberger, 2018). These reasons forced most sectors to replace fossil-based fuels with renewable energy resources.

Hydropower

Hydropower is the energy generated by energy transformation by moving water from a higher elevation to a lower elevation in a closed conduit. Water stored in dam reservoirs (or in different types of storages) released in a controlled way to pass through hydraulic turbines which in turn activate generators for electricity. Power in kW that can be generated by a hydraulic turbine – generator unit and transmitted to the switch yard is computed by:

$$P = \rho \; x \; g \; x \; Q \; x \; Hnet \; x \; \eta \qquad (1)$$

where; ρ: density of water (ton/m^3), g: gravitational acceleration (m/s^2), Q: discharge (m^3/s), H_{net}: net head (m) (= Difference of head water and tail water surface elevations – Total head loss), η: overall efficiency which equals the multiplication of the turbine, generator, and transformer efficiencies. The transformer efficiency is the highest and is about 0.98, and the lowest efficiency is that of the turbine. For feasibility studies 0.815 is a reasonable value for η, although it varies with Q and H_{net}, in which case equation (1) becomes: $P = 8 \times Q \times Hnet$. For a highly efficient system, the coefficient 8 can be taken as high as 8.5 (e.g., Coyne de Bellier 1986).

In a reasonable future period, the renewable energy sources can be used as the essential energy sources, hopefully on account of their steadily decreasing initial costs. Hydropower is a conventional and yet indispensable form of renewable energy, and almost all of the countries in the World still keep making investments on hydropower. China has recently become the leader in commissioning new hydropower capacity, accounting for nearly 40 % of new installations in the World in 2017, and was followed by Brazil, India, Angola, and Turkey. Other countries that added significant capacity included Iran, Vietnam, the Russian Federation, and Sudan (Janet et al. 2018).

Pumped Storage Hydropower

Pumped Storage projects are designed and operated according to the principle of pumping water to a higher elevation at times of low costs due to low demands for electric energy which is later used for

generation of hydroelectric energy during periods of peak energy demand. Schematic view of a pumped storage system is given in Figure 1.

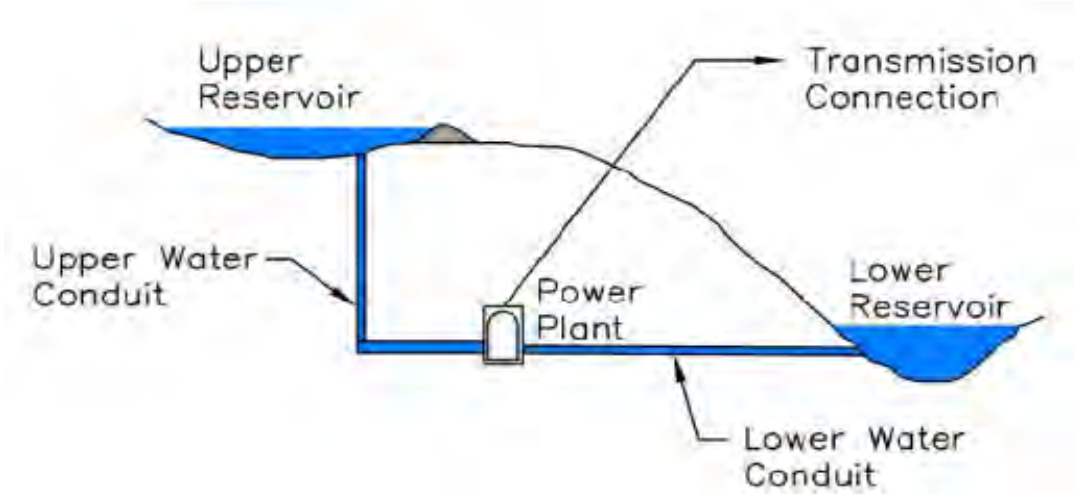


Figure 1 A typical pumped-storage arrangement (U.S. Army Corps of Engineers 2009)

The common purpose of almost all such plants is to store energy for use during peak demand periods when generally larger base-load electric generating plants are inadequate or inefficient (Kougias and Szabó 2017). The timetable for generation and pumping periods must be carefully selected. During low cost times water must be pumped to the upper reservoir and during peak hours water stored in there must be used to generate electricity. This kind of systematic process will mostly yield a net economic income higher than that of the conventional generation at steady rate because of the high difference in unit prices of electricity during dormant and peaking periods.

Water resources are becoming scarce mainly because of steadily increasing demand due to population growth, betterment of living standards, and industrial development, while climate change and poor management also contribute adversely. Renewable sources of energy are providing an increasing share of the electricity generation mix, but their intermittency drives a need for energy storage (Hunt et al. 2018). In current technology level, it is yet not possible to store high amounts of electricity energy. Hence, the pumped storage operation becomes an efficient tool for regulating high fluctuations of instantaneous demand for electricity, and actually is another means of energy storage.

Pumped storage projects provide an opportunity to store energy from surplus intermittent renewable resources (U.S. Army Corps of Engineers 2009). In addition, a pumped storage hydro-system offers fast reaction time to sudden changes in consumer demand and emergencies because of its ability to start-up quickly, so could frequently be used to meet peak demand (Ilupeju et al. 2015). Thermal power plants, on the other hand, need a few hours, even a couple of days, to either shut down or start up their power generation process.

Table 1 gives the typical ranges of efficiency values associated with the water conductors, turbine/pump, generator/motor, and transformer for the generating and pump cycles, and operation of typical conventional single-speed pumped storage projects. As seen in this table, recent technology provides highly efficient pumping cycle also, meaning the pumping costs remain at reasonable and economically feasible amounts.

Table 1 Efficiencies of relevant components in a pumped storage hydropower plant (U.S. Army Corps of Engineers 2009)

	Component	Indicative Value, %
Pump cycle	Water Conductors	98.0-98.6
	Pump	90.0-92.0
	Motor	97.8 - 98.3
	Transformer	99.0-99.6
	Overall	85.4-88.8
Generating cycle	Water Conductors	98.6-98.0
	Turbine	75.0-91.0
	Generator	97.8 - 98.3
	Transformer	99.0-99.6
	Overall	71.6-86.4
Operational	Losses and Leakage	98.0-99.8

Hence, technological developments have positive effects on the overall efficiency of electromechanical equipment. Yet, high investment cost of a reversible turbine may be a constraint for converting conventional hydropower dams into pump storage systems. But, on-going research and development on turbo-machinery powered by hydraulic energy by the joint efforts of many private sector firms, universities, and relevant institutions result in highly efficient systems. For example a new turbine is designed and produced with domestic resources in Turkey (TOBB ETU 2019). Along with continual drop in electrical equipment part manufacturing costs and increasing amount of new technological production techniques will ultimately reduce cost of hydraulic turbines. Yet, energy consumed for the pumping process could be provided by other renewable sources such as wind mill or solar power plants. However, the intermittent nature of wind creates several problems to the power system operation and new approaches based on the combined use of wind power and energy storage technologies need to be developed with combined systems such as wind-hydro pumped storage systems (Dursun and Alboyaci 2010).

Hydropower, including pumped storage, is critical to the national economy and the overall energy reliability because it is:

- The least expensive source of electricity, not requiring fossil fuel for generation;
- An emission-free renewable source;
- Able to shift loads to provide peaking power without requiring ramp-up time like combustion technologies; and
- Often designated as a “black start” source, able to restore network interconnections if a power blackout occurs (US Department of Homeland Security & US Department of Energy 2011)

Pumped storage hydropower plant solution is a good and competitive option to store energy from intermittent sources such as solar and wind. Besides being technically and economically viable, it is an option that fulfills the current energy objectives and reflects the importance of improving the energy efficiency because it produces clean energy using natural resources without harming the environment, releasing no CO_2 and hence not contributing to the global warming (Ramos et al. 2014).

Pumped storage hydropower plants are thus large-scale energy storages, accounting for an estimated 96 % of global energy storage capacity. Global pumped storage capacity rose by more than 3 GW in 2017, with a year-end total of 150 GW. Among the priorities of the hydropower industry in 2017 were continued advances towards more sustainable development of hydropower resources, increased climate change resilience, and ongoing modernization efforts and digitalization of existing and new facilities (Janet L. et al. 2018). Kougias and Zsabo (2017) summarize the pumped storage activities in 28 European countries as of 2017, and make a comment that by 2050, the amount of energy generated by pumped storage plants in Europe will increase by 30 % of what it is in 2017.

Pumped Storage Hydropower Potential in Turkey

Europe Commission used Global Information Systems (GIS)-based methods to identify pumped storage hydropower potential of Europe. This report presents the results of the assessment for pumped hydropower sites in Europe under certain topologies and scenarios which are T1 and T2. Under T1 the theoretical potential energy stored reaches 54 TWh when a maximum of 20 km between existing reservoirs is considered, and of this potential approximately 11 TWh correspond to the EU and 37 TWh to candidate countries, mostly Turkey. Under T2 the European theoretical potential reaches 123 TWh when the distance between the existing reservoir and the prospective site is up to 20 km. Results of that report indicate that Turkey's pumped storage energy potential changes between 20 and 37 TWH by scenario T1, and 29 and 41 TWH by scenario T2 (Roberto & Lacal-Arántegui, 2013). Both of these studies show that Turkey actually has an enormous pump storage potential.

The General Directorate of Electric Power Resources Survey and Development Administration (TEIAS) made an investigation on optimal power generation for peak demand in Turkey. Dams that have suitable situation to be converted into pump storage are ranked based on criterions. AA, A, B, and C levels are given to candidate sites for economic, natural, social and environmental expects (JICA, 2011). Karacaören II, Altınkaya, and Gökçekaya Dams have been selected as high-priority candidate sites.

Many other studies investigated pump-storage possibilities in Turkey (Dursun and Alboyaci 2010, Dursun et al. 2011, Kaya 2012, Kucukali 2014, Ünver et al. 2015, Sertkaya et al. 2015, Kose et al. 2018, Aydemir and Haktanır 2019). Relevant researches show that high potential of pump storage sites are available in Turkey; but, in spite of this fact, there is no pump storage hydropower plant in Turkey, neither under operation nor under construction stage.

Results and Discussion

Turkey has a high hydropower potential and already has many dams used for electricity generation. Increasing energy demand could be balanced with finding new solutions to energy generations. Fossil-based fuels are harmful for environment. Renewable resources are clean and cheaper in operation, while their investment costs are gradually decreasing and becoming competitive with thermal plants. Developing technological studies make hydropower plants more effective but still the high population rate in Turkey creates a gap between electricity consumption and production. Use of other renewables could not be enough to balance the production capacity against the increasing demand. Besides electric energies needed and generated during peak hours are another dilemma for the power sector. The increasing demand during the peak periods forces the energy generating systems to run at full load during these periods. A rational solution for the sharply varying demand could be pumped storage hydropower. Storage possibilities of electricity for using during the peak-demand hours and enormous pump storage potential of sites in Turkey are other positive facts for these systems. By performing the feasibility studies for all potential dams as soon as possible and by converting the viable ones to pump storage hydropower plants, tangible technical and economic benefits will be gained because of regulating the fluctuations in demand for electric energy in our country.

References

Aydemir A and Haktanır T (2019) Integration of Pumped Storage Hydropower Plant to Çamligöze Dam. *International Conference on Innovation, Sustainability, Technology and Education in Civil Engineering (İSTE-CE'2019)*. Iskenderun Technical University, İskenderun.

Coyne et Bellier (1986) *Sir Dam and Hydroelectric Project, Water Potential and Power Studies (Revision)*. Coyne et Bellier, Bureau d'Ingenieurs Conseils, Paris, France, Aknil Engineers Consultants, Ankara, Cukurova Elektrik A.Ş., Adana, Turkey.

Dursun, B., & Alboyaci, B. (2010). The contribution of wind-hydro pumped storage systems in meeting Turkey's electric energy demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(7), 1979–1988. https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.03.030

Dursun, B., Alboyaci, B., & Gokcol, C. (2011). Optimal wind-hydro solution for the Marmara region of Turkey to meet electricity demand. *Energy*, *36*(2), 864–872. https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.12.028

Hunt, J. D., Byers, E., Riahi, K., & Langan, S. (2018). Comparison between seasonal pumped-storage and conventional reservoir dams from the water, energy and land nexus perspective. *Energy Conversion and Management*. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.04.044

Ilupeju, S. A. O., Inambao, F. L., Mutombo, N. M., Nalubega, T., & Ustun, T. (2015). Sustainable energy generation from pumped hydropower. *Proceedings of the 23rd Conference on the Domestic Use of Energy, DUE 2015*, 177–185. https://doi.org/10.1109/DUE.2015.7102979

Janet L., S., Jay, R., & Freyr, S. (2018). *Renewables 2018-Global status report. A comprehensive annual overview of the state of renewable energy. Advancing the global renewable energy transition-Highlights of the REN21 Renewables 2018 Global Status Report in perspective*. https://doi.org/978-3-9818911-3-3

JICA. (2011). *Republic of Turkey General Directorate of Electric Power Resources Turkish Electricity Transmission Co . (Teias) Republic of Turkey the Study on Optimal Power Generation for Peak Demand in* (Vol. 2011). Ankara.

Kåberger, T. (2018). Progress of renewable electricity replacing fossil fuels. *Global Energy Interconnection*, *1*(1), 48–52. https://doi.org/10.14171/j.2096-5117.gei.2018.01.006

Kaya, M. N. (2012). Rüzgar Enerjisi- Pompaj Depolamalı Hidrolik Hibrit Güç Sisteminin Tasarımı ve Optimizasyonu. Selcuk University.

Kose, F., Kaya, M. N., & Ozgoren, M. (2018). Use of pumped hydro energy storage to complement wind energy: A case study. *Thermal Science*, *2018*(January). https://doi.org/10.2298/TSCI180402300K

Kougias, I., & Szabó, S. (2017). Pumped hydroelectric storage utilization assessment: Forerunner of renewable energy integration or Trojan horse? *Energy*, *140*, 318–329. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.106

Kucukali, S. (2014). Finding the most suitable existing hydropower reservoirs for the development of pumped-storage schemes: An integrated approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *37*, 502–508. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.052

Organization of American States. (2019). Renewable Energy Overwiev. Retrieved November 9, 2019, from Renewable Energy Overwiev website: http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea79e/ch05.htm

Ramos, H. M., Amaral, M. P., & Covas, D. I. C. (2014). Pumped-Storage Solution towards Energy Efficiency and Sustainability: Portugal Contribution and Real Case Studies. *Journal of Water Resource and Protection*, *06*(12), 1099–1111. https://doi.org/10.4236/jwarp.2014.612103

Roberto, M. G.-G., & Lacal-Arántegui, R. (2013). *Assessment of the European potential for pumped hydropower energy storage*. https://doi.org/10.2790/86815

Sertkaya, A. A., Saraç, M., & Omar, M. A. (2015). Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santrallerinin Türkiye İçin Önemi. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, *1*(3), 369–382.

TOBB ETU. (2019). Projects – Turbine Design. Retrieved November 9, 2019, from Turbine Design Projects website: https://etuhydro.wordpress.com/2016/10/17/projects/

U.S. Army Corps of Engineers. (2009). *Technical Analysis of Pumped Storage and Integration with Wind Power in the Pacific Northwest Final Report U . S . Army Corps of Engineers Northwest Division Hydroelectric Design Center*. Portland.

Ünver, Ü., Hilal, B., & Alpaslan, G. (2015). Pompaj depolamali hidroelektrik sistemler. *Mühendis ve Makina*, *56*, 57–64.

US Department of Homeland Security, & US Department of Energy. (2011). *Dams and Energy Sectors Interdependency Study*. (September), 45. Retrieved from http://energy.gov/sites/prod/files/Dams-Energy Interdependency Study.pdf

ACAN gene VNTR variant and suspectibility to intervertebral disc degeneration in a Turkish population

Tuba Oz[1], Ayse Feyda Nursal[2], Serbulent Yigit[1], Ismail Kaya[3], Hasan Emre Aydin[3]

[1] Department of Medical Biology, Gaziosmanpasa University, Faculty of Medicine, Tokat, Turkey

[2] Department of Medical Genetics, Hitit University, Faculty of Medicine, Corum, Turkey

[3] Department of Neurosurgery, Kutahya Healt Sciences University, Faculty of Medicine, Kutahya, Turkey

Abstract

Objective: Intervertebral disc degeneration (IVDD) is caused by several genetic and environmental factors. Aggrecan is the major component of intervertebral disk matrix proteoglycan with multiple functional domains. The aim of this study was to investigate the possible association between ACAN (coding aggrecan) gene VNTR variant and suspectibility to IVDD.

Patients and methods: To examine the interaction between ACAN VNTR variant and IVDD, 260 participants participated in this study. The disease group comprised 150 patients diagnosed with symptomatic IVDD. The control group consisted of 110 healthy blood donors. The ACAN gene VNTR region was analyzed using Polymerase chain reaction (PCR).

Results: The most seen allele in patient and control group was 27 repeat allele (49% and 34.55%, respectively). Allele 26 was more frequent in males compared to females ($p=0.030$). Allele 21 and 23 were higher in ones living rural ($p=0.030$) while allele 27 was the most frequent in ones living town ($p<0.001$). Allele 26, allele 29 and allele 30 decreased in patient group than control group ($p=0.013$, $p=0.001$, $p=0.001$, respectively) while allele 27 increased in patient group compared to control group ($p=0.001$).

Conclusion: The results showed that carriage of ACAN VNTR allele 27 has positive association with IVDD susceptibility in a Turkish population.

Keywords: Intervertebral disc degeneration, aggrecan, VNTR.

Introduction

Intervertebral disc degeneration (IVDD) is a chronic common disorder that affects 70%-90% of the population (1) . It is considered a global health problem because it leads to debilitation, negative impacts on physical and work activities, decreased quality of life, and psychological distress in affected individuals (2) . The etiology of degenerative disc disease is complex. Environmental, ergonomic, and anthropometric factors have traditionally been determined as causes, several studies have suggested that genetic factors or familial predisposition contribute to the IVDD (3) . According to Videman et al., the process of disc degeneration involves desiccation, collagen fragmentation, and failures in the annulus fibrosus, resulting in disc height narrowing (4) .

Aggrecan, a large aggregating proteoglycan, is one of the major structural components of intervertebral disc and cartilage (5) . The localized high concentration of aggrecan provides the osmotic property that is necessary for common tissue function (6) . This function is related to the structure of aggrecan, especially to the large number of chondroitin sulfate (CS) chains that present on their core protein. The CS chains are presented in 2 adjacent regions of the aggrecan core protein, termed the CS1 and CS2 domains. The human ACAN gene (encoded for aggrecan core protein) located on the chromosome 15q26. The human ACAN gene variable number of tandem repeat (VNTR) polymorphism has repeats of 57 nucleotides, encoding each 19-amino acid unit (7). The described alleles range from 13 to 34 repeats. The most common alleles have 26, 27, or 28 repeats (8) . Some studies proved that the alleles 13-25 were risk factors for the lumbar disc degeneration (9, 10) , some found that alleles 26-27 alleles were associated with lumbar disc degeneration (11, 12) .

Thus, we aimed to investigate the association between the ACAN gene VNTR variant and IVDD in Turkish patients.

Methods

Study population

This case-control study included 150 patients (67 males and 83 females, mean age: 51.46±16.35) with IVDD and 110 (47 males and 63 females, mean age:48,29±11.89) unrelated healthy controls. All patients were recruited from the Department of Neurosurgery, Kutahya Health Science University Evliya Celebi Training and Research Hospital, Kutahya, Turkey. The disease was diagnosed in all individuals magnetic resonance imaging (MRI). The subjects with trauma-related disc degeneration, previous diagnosis of rheumatic and neurological diseases, absence of IVDD, spinal infections and metabolic diseases were

excluded this research. A total of 110 controls were matched with patients by sex and age. All controls were confirmed to be free of discogenic low back pain and history of intervertebral disc disease. The demographic and clinical information of all the participants were obtained from medical records. These information included age, gender, civique, working status, disease diagnosis, and spinal level. Ethical committee approval was received, and informed consent was obtained from patients and control subjects before beginning of the study.

Genotyping

5 ml of intravenous blood was collected from subjects in EDTA vacutainers. The genomic DNA was extracted by the commercial kit, according to the manufacturer instructions. Genotypic analysis of the ACAN VNTR variant was performed using the polymerase chain reaction (PCR) as described by Casa et al. (13) . The VNTR variant was determined by PCR using the following primers: 5'-TAGAGGGCTCTGCCTCTGGAGTTG-3' and 5'-AGGTCCCCTACCGCAGAGGTAGAA-3', respectively. Amplification was conducted over 38 cycles, with denaturation at 95°C for 5 min, followed by annealing at 66°C for 50 s and extension at 72°C for 50 s. The amplified products were resolved on 2% agarose gel, and visualized and documented under UV light after staining with ethidium bromide gel.

Statistical analysis

All data were analyzed by using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows (version 16.0; SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Continuous data were given as means ± SD and minimum/maximum. The number of repeats in the ACAN VNTR region were determined in reference to a table of repeat number versus amplicon length. The $\chi 2$ test was used to measure significance of differences in the allele frequency and genotype distribution between the groups. Odds ratio (OR) and 95% confidence intervals (CI) were calculated. A value of $P < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

A total of 150 IVDD patients and 110 controls were included in the present study. Allele frequencies of patient and control groups are presented in Table 1. The genotyping identified 11 alleles ranging from 21 to 31 repeats. The most seen allele in patients and control group was 27 repeat allele (49% and 34.55%, respectively). Allele 26, allele 29 and allele 30 were lower in patient group than control group ($p=0.013$, $p=0.001$, $p=0.001$, respectively) while allele 27 increased in patient group compared to control group ($p=0.001$). Allele frequencies of groups according to gender and living place are shown in Table 3 and

Table 4. Allele 26 was more frequent in males compared to females (*p=0.030*). Allele 21 and 23 were higher in ones living urban (*p=0.030*) while allele 27 was the most frequent in the living county (*p<0.001*).

Table 1. Allele frequencies of patient and control groups.

Genotypes	Patient group n:150 (%)	Control group n:110 (%)	p*
21	6 (2)	1 (0.45)	0.130
22	4 (1.33)	4 (1.82)	0.657
23	9 (3)	5 (2.27)	0.613
24	16 (5.33)	9 (4.09)	0.513
25	56 (18.67)	41 (18.64)	0.993
26	34 (11.33)	42 (19.09)	**0.013**
27	147 (49)	76 (34.55)	**0.001**
28	22 (7.33)	18 (8.18)	0.719
29	5 (1.67)	16 (7.27)	**0.001**
30	1 (0.33)	7 (3.18)	**0.001**
31	0(0)	1 (0.45)	0.242

*chi-square test.

Discussion

IVDD, a common musculoskeletal disease, is widely considered as multifactorial diseases enforcing economic and medical burdens to society. Although the exact mechanism of IVDD is still unknown, recent studies have focused on the role of genetic factors in the etiology of IVDD, and epidemiologic studies suggest that heredity is the largest single determinant of disc degeneration (14) . In order to understand the role that genetics plays in disc degeneration, it is essential to be familiar with the cellular structure and genetic composition of an intervertebral disc, as well as the biochemical changes that occur through the process of disc degeneration. Intervertebral discs are avascular pads of fibrocartilage that lie between adjacent vertebral bodies and allow movement of the spine (15) . Each disc has a specialized structure that enables it to provide stability, promote flexibility, transmit loads through the spinal column, and absorb external forces applied to the spine (15) . The normal functions of the disc are altered due to pathologic changes in the cell morphology of the extracellular matrix (ECM), the biochemical structure, and the cell mechanics (16) .

Aggrecan is the main proteoglycan of the intervertebral disc and provides osmotic properties which assist the disc in resisting mechanical compressive loads transmitted along the spine (17) . Its key function is to maintain hydration of the disc structure, attracting water molecules through the highly negatively charged GAG moieties which are mainly CS chains. Thus, from the structural integrity point of view and the associated lost of water content in a degenerating disc, this ECM molecule is considered as a good candidate for genetic association studies. In the human ACAN gene, the region coding for the CS1 domain exhibits size polymorphism, commonly known as VNTR in exon 12, ranging from 13 to 33 repeats (8). The functional property of aggrecan thus may vary between individuals with different lengths of the VNTR coding for the attachment sites of CS chains with a difference of as many as 40 CS chains per aggrecan core protein between the shortest and the longest *ACAN* alleles.

Casa et al. (13) reported that the most prevalent allele, both among participants with lomber disc herniation and in the control group, was allele A28, followed by alleles A27 and A29 (28, 27, and 29 repeats). Kim et al. researched 104 Korean subjects (66 men and 38 women) with disc degeneration, of which 89 had disc herniation (18) . They found a greater prevalence of allele allele 27, followed by alleles 26 and 28. For the case that the analysis was limited to the subjects aged in the fourth decade or younger, the 21 allele was significantly overrepresented among the persons with multilevel (>3) disc degeneration. Mashayekhi et al. showed that the more frequent ACAN allele was allele 27, followed 28, in patients and controls in the Iranian population (19). Additionally, they found the short alleles (<24 repeats) were higher in patients with IVDD than control. It was declared that allele 26 was statistically significantly overrepresented among the IVDD patient (12). In a study, Kawaguchi et al. reported that there was a significant difference between the distribution of the allele sizes and severity of the degeneration, but no significant association to disc herniation (7). Also, the data indicated that between the two groups, participants carrying one or two alleles ≤25 repeats who were non-obese people showed a 1.057-fold increase in risk for symptomatic lomber disc herniation and participants carrying two alleles >25 repeats who were obese people showed an 1.061-fold higher risk while participants carrying one or two alleles ≤25 repeats who were obese people showed a 4.667-fold increase in risk for symptomatic lomber disc herniation (20) . Eser et al. found a significant association between the shorter alleles (13-25) and the severe grade of disc degeneration in a Turkish population (10).

This study was designed to evaluate the association of ACAN VNTR variant with the risk and clinicopathological features of IVDD in a Turkish population. The patient group comprised 150 individuals, of which 55.3% were women and 44.7% were men. We found 11 alleles ranging from 21 to 31 repeats and allele 27 was the most frequent allele in both groups. Allele 26, 29 and 30 were decreased in patients compared to control ($p<0.05$). It was thougt that these alleles had protective roles from IVDD in our samples. But allele 27, most common allele, was higher in patient group than control group ($p<0.05$) (Table 2). Our data is not competible with other results suggested shorter alleles of ACAN VNTR variant was associated with IVDD. This may be due to regional and ethnic diversity. According to gender, it was found that allele 26 was higher in males than females ($p<0.05$). Also, allele 27 was more frequent ones living town ($p<0.05$).

Conclusion

In conclusion, our study investigated the relevance of the ACAN gene VNTR variant with regard to the risk of IVDD. This data suggested that carrying the ACAN VNTR variant allele 26, 29, 30 created a decreased risk of IVDD and might have a protective role against the disease, while carrying the allele 27 increased the risk of IVDD. Further association studies investigating the role of ACAN VNTR variant in IVDD are needed to better understand the pathobiology of disc degeneration.

Declaration of conflicting interests

The authors declared no conflicts of interest with respect to the authorship and/or publication of this article.

Funding

The authors received no financial support for the research and/or authorship of this article.

References

1. Kadow T, Sowa G, Vo N, Kang JD. Molecular basis of intervertebral disc degeneration and herniations: what are the important translational questions? Clin Orthop Relat Res 2015;473:1903-12.
2. Vialle LR, Vialle EN, Henao JES, Giraldo G. Hérnia discal lombar. Rev Bras Ortop 2010;45:17-22.
3. Paz Aparicio J, Fernández Bances I, López-Anglada Fernández E, Montes AH, Paz Aparicio A, Pena Vázquez J, Ramos García S, et al. The IL-1b (+3953 T/C) gene polymorphism associates to symptomatic lumbar disc herniation. Eur. Spine J 2011;20:383-89.
4. Videman T, Saarela J, Kaprio J, Näkki A, Levälahti E, Gill K, et al. Associations of 25 structural, degradative, and inflammatory candidate genes with lumbar disc desiccation, bulging, and height narrowing. Arthritis Rheum 2009;60:470-81.
5. Roughley PJ, Alini M , Antoniou J. The role of proteoglycans in aging, degeneration and repair of the intervertebral disc. Biochem Soc Trans 2002;30:869-74.
6. Urban JPG, Roberts S , Ralphs JR. The nucleus of the intervertebral disc from development to degeneration. Amer Zool 2000;40:53-61.
7. Kawaguchi Y, Osada R, Kanamori M, Ishihara H, Ohmori K, Matsui H, et al. Association between an aggrecan gene polymorphism and lumbar disc degeneration. Spine 1999;24:2456-60.
8. Doege KJ, Coulter SN, Meek LM, Maslen K, Wood JG. A human-specific polymorphism in the coding region of the aggrecan gene. Variable number of tandem repeats produce a range of core protein sizes in the general population. J Biol Chem 1997;272:13974-79.
9. Cong L, Pang H , Xuan D, Tu GJ. Association between the expression of aggrecan and the distribution of aggrecan gene variable number of tandem repeats with symptomatic lumbar disc herniation in Chinese Han of Northern China. Spine 2010;35:1371-76.
10. Eser O, Eser B , Cosar M , Erdogan MO , Aslan A , Yıldız H , et al. Short aggrecan gene repetitive alleles associated with lumbar degenerative disc disease in Turkish patients.Genetics and Molecular Research: GMR 2011;10:1923-30.
11. Eser B, Cora T, Eser O, Kalkan E, Haktanir A, Erdogan MO, et al. Association of the polymorphisms of vitamin D receptor and aggrecan genes with degenerative disc disease.Genet Test Mol Biomarkers 2010;14:313-7.

12. Solovieva S, Noponen N, Männikkö M, Leino-Arjas P, Luoma K, Raininko R, et al. Association between the aggrecan gene variable number of tandem repeats polymorphism and intervertebral disc degeneration. Spine 2007;32:1700-05.
13. Casa NL, Casa Junior AJ, Melo AV, Teodoro LS, Nascimento GR, Sousa AF, et al. CASE-REPORT Association between an ACAN gene variable number tandem repeat polymorphism and lumbar disc herniation: a case control study. Genet Mol Res 2016;15:gmr15048867.
14. Sambrook PN, MacGregor AJ, Spector TD. Genetic influences on cervical and lumbar disc degeneration: a magnetic resonance imaging study in twins. Arthritis Rheum 1999;42:366-72.
15. Adams MA Lama P, Zehra U, Dolan P. Why do some intervertebral discs degenerate, when others (in the same spine) do not?. Clin Anat 2015;28:195-204.
16. Setton LA, Chen J. Cell mechanics and mechanobiology in the intervertebral disc. Spine (Phila Pa 1976) 2004;29:2710-23.
17. Sivan SS, Hayes AJ, Wachtel E, Caterson B, Merkher Y, Maroudas A, et al. Biochemical composition and turnover of the extracellular matrix of the normal and degenerate intervertebral disc. Eur Spine J 2014;23 Suppl 3:S344-53.
18. Kim NK, Shin DA, Han IB, Yoo EH, Kim SH, Chung SS. The association of aggrecan gene polymorphism with the risk of intervertebral disc degeneration. Acta Neurochir (Wien) 2011;153:129-33.
19. Mashayekhi F, Shafiee G, Kazemi M, Dolati P. Lumbar Disk Degeneration Disease and Aggrecan GenePolymorphism in Northern Iran. Biochem Genet 2010;48:684-89.
20. Cong L, Zhu Y, Pang H, Guanjun TU. The interaction between aggrecan gene VNTR polymorphism and obesity in predicting incident symptomatic lumbar disc herniation. Connect Tissue Res 2014;55:384-90.

TNF-α-308 G/A variant may be associated with bipolar disorder in a Turkish Population

Ayse Feyda Nursal[1], Hasan Mervan Aytac[2], Hayriye Sentürk Ciftci[3], Menekse Sila Yazar[2], Yasemin Oyaci[3], Mustafa Pehlivan[4], Sacide Pehlivan[3]

[1] Department of Medical Genetics, Faculty of Medicine, Hitit University, Corum, Turkey

[2] Department of Psychiatry, Bakirkoy Research and Training Hospital for Psychiatry, Neurology and Neurosurgery, Istanbul, Turkey

[3] Department of Medical Biology, Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul University, Istanbul,Turkey

[4] Department of Internal Medicine (Haematology), Faculty of Medicine, Gaziantep Univesity, Gaziantep, Turkey

Abstract

Background: Tumor necrosis factor alpha (TNF-α) is a proinflammatory multifunctional cytokine produced by macrophages. A dysregulation of the immune system contribute to the pathogenesis of Bipolar disorder (BD). In this study, we aimed to investigate the relationship between the *TNF-α* gene -308G/A promoter variant and the risk of BD.

Methods: A total of 104 BD patients and 94 healthy controls were enrolled in the study. Genomic DNA was isolated and *TNF-α* -308G/A variant was analyzed using PCR-RFLP method.

Results: *TNF-α* -308G/A variant GG genotype and G allele were more prevalent in BD patients compared to the controls (*p=0.002* and *p=0.017*, respectively). The patients carrying GG genotype had a 5.927-fold higher risk of developing BD. Then, we divided patients into two groups as smokers and non-smokers. *TNF-α* -308G/A variant GA genotype was higher in non-smoker BD patients than smoker patients (*p=0.027*). We found that *TNF-α* -308G/A AA genotype and A allele increased in smoker patients compared to non-smoker patients (*p=0.008*, *p=0.002,* respectively).

Conclusion: Our results provided evidence that *TNF-α* -308G/A variant may contribute to development of BD in a Turkish cohort. In addition, this variant plays a relevant role in the smoking status of BD.

Key words: Bipolar disorder,tumor necrosis factor alpha, variant, PCR-RFLP.

Introduction

Bipolar disorder (BD) is among the major psychiatric disorders, in terms of morbidity, symptom severity, a chronic and relapsing course, along with cognitive and social impairment. The lifetime prevalence is approximately 2.4% (1). Previous studies suggested several biological factors such as immune dysregulation, inflammation, and genetic background, which cause dysregulation in brain regions, as contributors to BD pathophysiology (2). Evidence obtained from manu studies has indicated increased circulating levels of proinflammatory cytokines, suggesting that immune-mediated mechanisms could be linked with the neurobiology of BD and its neuroprogression (3). Family, twin, and adoption studies showed that genetic factors play a significant role, implying the concordance rates for several mood disorders, especially in monozygotic twins, of 70 to 90%.

Tumor necrosis factor-alpha (TNF-α) is a pleiotropic inflammatory cytokine that is involved in numerous inflammatory conditions, such as growth inhibition and promotion, inflammation, angiogenesis, cytotoxicity, and immunomodulation (4) . The *TNF-α* gene is found within the class III region of the major histocompatibility complex (MHC) on the small arm of chromosome 6 (6p21.1-21.3) (5). Various polymorphisms have been described in the *TNF-α* gene promoter region. Among these, the polymorphism located at nucleotide position -308 (rs1800629) has been shown to have a direct impact on TNF-α expression (6). This is a well-defined biallelic base exchange polymorphism, that contains a common variant with a guanine (G) at position -308 (TNF-α), and an uncommon variant with an adenine (A) at -308 TNF-α. The TNF-α-308 A allele has been strongly related with higher TNF-α generation and in some cases with high morbidity and mortality in numerous infectious (sepsis, malaria, leishmaniasis), autoimmune (type 1 autoimmune hepatitis, SLE) and other immune-mediated disorders (asthma, contact dermatitis) (7).

It has been suggested that an impairment of the immune system due to chronically activated macrophages and T cells could be involved in the pathogenesis of BD (8). Therefore, we conducted a study in a Turkish population, to investigate the relationship between the *TNF-α*-308G/A promoter variant and the risk of BD.

Methods

The subjects in this study included 198 Turkish individuals, consisting of 104 patients with BD and 94 healthy blood donors (controls) of similar age, ethnicity and gender. BD patients were gathered from Department of Psychiatry, Bakirkoy Research and Training

Hospital for Psychiatry, Neurology and Neurosurgery, Istanbul, Turkey and the diagnosis of BD was based on accepted clinical criteria. Control subjects had a negative family or past history of any psychiatric disorders and had no family relationship to the present study patients. All participants, patients and healthy controls, were of Turkish origin. Patients who smoked were active smokers. These subjects were defined as those who had previously smoked more than one cigarette per day but had quit smoking for more than one year. The non-smoker patients were defined as those who had smoked less than one cigarette per day for no more than 1 year during their lifetime. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of Istanbul University, Faculty of Medicine, and written informed consent was obtained from the study participants.

Genotyping

Genomic DNA was extracted from whole venous blood samples using salting out method (9). The *TNF-α* -308G/A genotyping was performed by the polymerase chain reaction sequence-specific primer method (PCR-SSP), using the Cytokine Genotyping Tray kit according to the manufacturer's instructions. *TNF-α* -308G/A were analyzed previously described method by Karaoglan et al. (10).

Statistical analysis

All data were analyzed using SPSS software version 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The statistical significance of the differences between the patient and the control groups was estimated by Pearson's $\chi 2$ analysis. Odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) were also calculated. All analyses were two-tailed, and differences were interpreted as statistically significant when $p < 0.05$.

Results

Allelic and genotypic distributions of the *TNF-α* -308G/A variant in patients and controls were shown in Table 1. The genotype and allele frequencies of this variant showed statistically significant difference between the BD patients and the controls. GG genotype (16.2% versus 3.2%, respectively) and G allele (19.2% versus 10.6%, respectively) frequencies of patient group were significantly higher than the control group ($p=0.002$, OR:5.927,95 %CI:1.677-20.946; $p=0.017$,OR:0.500, 95%Cl: 0.280-0.891, respectively).

Table 1. Genotype and allele distributions of *TNF-α* -308G/A variant in groups

***TNF-α*-308G/A**	**BD patients**	**Controls**	**OR**	**%95CI**	**p**
Genotypes	**n:104 (%)**	**n:94 (%)**			
GG	17 (16.3)	3 (3.2)	5.927	1.677-20.946	**0.002**
GA	6 (5.8)	14 (14.9)	0.349	0.128-0.952	0.056
AA	81 (77.9)	77 (81.9)	0.777	0.386-1.566	0.595
Allelles					
G	40 (19.2)	20 (10.6)			
A	168 (80.8)	168 (89.4)	0.500	0.280-0.891	**0.017**

Data were analyzed by $\chi 2$ test. The results that are statistically significant are shown in boldface.

Then, we subdivided patients as smokers and non-smokers. The genotype distribution and allele frequencies of *TNF-α* -308G/A variant in smoker and non-smoker patients are presented in Table 2. *TNF-α* -308G/A GA genotype increased non-smoker BD patients compared to smoker BD patients while AA genotype increased smoker BD patients than non-smoker patients (*p=0.027,* OR:2.517, 95%Cl:0.726-242.41and *p=0.008*, OR:0.226, 95%Cl:0.076-0.670, respectively). Also, *TNF-α* -308G/A variant A allele was higher in smoker patients compared to non-smoker patients (*p=0.002*, OR:0.296, 95%Cl:0.135-0.642).

Table 2. Genotype and allele frequencies of *TNF-α* -308G/A variant in smoker and non-smoker patients.

TNF-α **-308G/A**	**BD patients (Non-smoker)**	**BD patients (Smoker)**	**OR**	**%95CI**	**p**
Genotypes	**n:53 (%)**	**n:48 (%)**			
GG	12 (22.6)	5 (10.4)	2.517	0.814-7.775	0.117
GA	6 (11.3)	0 (0.0)	13.274	0.726-242.41	**0.027**
AA	35 (66.1)	43 (89.6)	0.226	0.076-0.670	**0.008**
Allelles					
G	30 (28.31)	10 (10.4)	0.296	0.135-0.642	**0.002**
A	76 (71.69)	86 (89.6)			

Data were analyzed by $\chi 2$ test.. The results that are statistically significant are shown in boldface.

Discussion

This study examined the effect of -308G/A variant of *TNF-α* gene suspectibility BD. In the last decade, the significance of cytokines in neuronal survival was documented, along with the well organized action of neurotransmitters, hormones, and neurotrophins (11). Cytokines are the essential signaling molecules in inflammation, exerting a regulatory effect in both the innate and the adaptive immunological response (12). They are generated by immune cells as well as non-immune cells and exert their effects beyond the immune system. In addition to this conventional role, they can directly influence neuronal activity, trigerring neuronal excitability and plastic changes. Furthermore, cytokines can affect the hypothalamic-pituitary-axis (HPA) via actions on the HPA feedback regulation and on the glucocorticoid receptor function (13). Cytokines activate the HPA axis, enhancing the levels of corticotrophin releasing hormone (CRH), adrenocorticotropic hormone (ACTH), and cortisol and reducing the expression, translocation, and downstream effects of glucocorticoid receptors (14). Multiple lines of studies indicate that BD is a systemic disease (15). A meta-analysis of 30 studies that included 1351 individuals with BD and 1248 controls found that plasma/serum levels were increased for Interleukin-6 (IL-6), TNF-α, soluble IL-2 receptor, IL-4, IL-10, IL-1 receptor antagonist, and soluble TNF receptor-1 (16). Kunz et al. studied three cytokines (IL-6, IL-10 and TNF-α) in a chronic sample and found higher IL-6 in schizophrenia, but not in BD, whereas both groups had elevated IL-10 compared to the

controls, and there were no significant differences between the groups for TNF-α (17). Another meta-analysis of 18 schizophrenia, 16 BD, and 12 major depressive disorder studies demonstrated significant increase of IL-6, TNF-α, IL-1 receptor antagonist, and soluble IL-2 receptor in acute episodes of all groups compared to controls. Besides, in chronic patients, IL-6, soluble IL-2 receptor, and IL-1β were similarly increased in schizophrenia and BP patients compared to controls (18) .

TNF-α is a cytokine that is a member of TNF super family of 19 different protein ligands. These cytokines mediate their cellular responses through 29 receptors of TNF-receptor (TNF-R) super family (19). It was reported that TNF-α expression was upregulated in the brain of patients with neurodegenerative diseases such as Alzheimer's and Parkinson's disease suggesting a causative role of TNF-α in neurodegenerative disorders (20). Inhibition of peripheral TNF-α action particularly hinders structural changes at the synaptic level. The peripherally synthesized cytokines are also capable of acting on the brain via deficient blood-brain-barrier, active transport via saturable transport molecules, activating endothelial cells to produce second messengers, and binding to receptors on afferent nerve fibers (21). Recently, it was found that TNF-α was increased level significance in BD patients compared to healthy controls, and was negatively associated with global cognition, processing speed, and working memory in these patients (22). In a preclinical mouse model, Yang et al. have shown that peripheral TNF-α can influence the brain structure via dendritic elimination independent of central inflammatory activity (23).

TNF-α −308G/A promoter variant is among the best described single-nucleotide polymorphisms at the nucleotide position -308, which affects a consensus sequence for a binding site of the transcription factor activator protein 2 (24). The functional polymorphisms in cytokine genes may lead to imbalances in the pro- and anti-inflammatory cytokine generation. Several studies have reported genetic polymorphism in mood disorders. Kadash et al. reported that TNF-α -308G/A and TNF-β +252G/A variants may increase the susceptibility to schizophrenia in Saudi patients (25). Zhang et al. found that TNF-α gene -1031T/C variant is associated with onset age but not with risk of schizophrenia in a Chinese population (26). In a meta-analysis, no significant association between TNF-α -308G/A and depression was found (27). Cerri et al. found a significantly higher percentage of the TNF-α -308G/A GG genotype and G allele in depressed subjects (28). Czerski et al. observed an association of the -308G allele with both schizophrenia ($p=0.008$) and BD ($p=0.039$), and also with a positive family history in patients with schizophrenia ($p=0.048$) and BD ($p=0.027$) (29). Pae et al. conducted a association study between TNF-α -308G/A variant and BD in Korean population

(30). They found significant difference in genotype distributions and allele frequencies. Clerici et al. showed bipolar II patients were characterized by an absence of adenine (A) high producer allele of TNF-α (31).

In the present study, we investigated for the first time the association between the human *TNF-α* -308G/A functional variant and BD in the Turkish population. We found a significantly higher percentage of the GG genotype in BD patients compared to healthy controls (*p=0.002*). Moreover, this genotype significantly raised the risk of developing BD (OR:5.927). Also, G allele confers a significant risk for developing BD in Turkish patients (*p=0.017*).Then we subdivided the patients as smokers and non-smokers. In smokers group, TNF-α -308G/A AA genotype and A allele increased than non-smokers group (*p=0.008* and *p=0.002*) (Table 2). *TNF-α* -308G/AGA genotype was higher in non-smokers group (*p=0.027*). In a study analyzing TNF-α blood levels in smoker and non-smoker subjects, it was observed that TNF-α serum levels were significantly higher for the group of smokers compared to the group of non-smokers (32) . We found that the A allele providing higher TNF-α production was higher in the smoker group, suggesting that smoking status had an effect on TNF blood level.

Conclusion

To summarize, in our study, we showed an association of the *TNF-α*-308 G/A variant with BD in a Turkish population. Considering the polygenic effect on BD, further case–control studies with large number of subjects and with the information on other related genetic polymorphisms could provide reliable evidence for the role of TNF-α -308G/A variant in terms of susceptibility to BD.

Disclosure

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

1. Merikangas KR, Jin R, He JP, Kessler RC, Lee S, Sampson NA, et al. Prevalence and correlates of bipolar spectrum disorder in the world mental health survey initiative. Archives of General Psychiatry. 2011;68(3):241-51.
2. Rosenblat JD, McIntyre RS. Bipolar disorder and inflammation. Psychiatric Clinics. 2016;39(1):125-37.
3. Barbosa IG, Bauer ME, Machado-Vieira R, Teixeira AL. Cytokines in Bipolar Disorder: Paving the Way for Neuroprogression. Neural Plast. 2014; 2014: 360481.
4. Aggarwal BB, Natarajan K. Tumor necrosis factors: developments during the last decade.Eur Cytokine Netw. 1996;7(2):93-124.
5. El-Tahan RR, Ghoneim AM , El-Mashad N. TNF-α gene polymorphisms and expression. Springerplus. 2016; 5(1): 1508.
6. Wilson AG, Symons JA, McDowell TL, McDevitt HO, Duff GW. Effects of a polymorphism in the human tumor necrosis factor alpha promoter on transcriptional activation. Proc Natl Acad Sci U S A. 1997;94(7):3195-1.99.
7. Boin F, Zanardini R, Pioli R, Altamura CA, Maes M, Gennarelli M. Association between -G308A tumor necrosis factor alpha gene polymorphism and schizophrenia. Mol Psychiatry. 2001;6(1):79-82.
8. Munkholm K, Braüner JV, Kessing LV, Vinberg M. Cytokines in bipolar disorder vs. healthy control subjects: a systematic review and meta-analysis. J Psychiatr Res. 2013;47:1119-33.
9. Miller SA, Dykes DD, Polesky HF. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. Nucleic Acids Res. 1988;16:1215.
10. Karaoglan I, Pehlivan S, Namiduru M, Pehlivan M, Kilinçarslan C, Balkan Y, et al. TNF-alpha, TGF-beta, IL-10, IL-6 and IFN-gamma gene polymorphisms as risk factors for brucellosis. New Microbiol. 2009;32(2):173-78.
11. Brietzke E, Stertz L, Fernandes BS, Kauer-Sant'anna M, Mascarenhas M, Escosteguy Vargas A, et al. Comparison of cytokine levels in depressed, manic and euthymic patients with bipolar disorder. J Affect Disord. 2009;116(3):214-17.
12. Medzhitov R. Origin and physiological roles of inflammation. Nature. 2008;454(7203):428-35.
13. Montgomery SL, Bowers WJ. Tumor necrosis factor-alpha and the roles it plays in homeostatic and degenerative processes within the central nervous system. J Neuroimmune Pharmacol. 2012;7(1):42-59.

14. Allan SM, Rothwell NJ. Cytokines and acute neurodegeneration. Nature Reviews Neuroscience. 2001;2(10):734-44.
15. Munkholm K, Braüner JV, Kessing LV, Vinberg M. Cytokines in bipolar disorder vs. healthy control subjects: a systematic review and meta-analysis. J Psychiatr Res 2013;47:1119–1133.
16. Modabbernia A, Taslimi S, Brietzke E, Ashrafi M**.** Cytokine alterations in bipolar disorder: a meta-analysis of 30 studies.Biol Psychiatry. 2013;74(1):15-25.
17. Kunz M, Ceresér KM, Goi PD, Fries GR, Teixeira AL, Fernandes BS, et al. Serum levels of IL-6, IL-10 and TNF-± in patients with bipolar disorder and schizophrenia: differences in pro- and anti-inflammatory balance.Braz J Psychiatry. 2011;33(3):268-74.
18. Goldsmith DR, Rapaport MH, Miller BJ. A meta-analysis of blood cytokine network alterations in psychiatric patients: comparisons between schizophrenia, bipolar disorder and depression. Mol Psychiatry. 2016;21:1696.
19. Aggarwal BB. Signaling pathways of the TNF superfamily: A double-edged sword. Nat Rev Immunol. 2003;3:745-56
20. Agarwal R, Agarwal P. Glaucomatous neurodegeneration: an eye on tumor necrosis factor-alpha. Indian J Ophthalmol. 2012;60(4):255-61.
21. Zhou R, Wang F, Zhao G, Xia W, Peng D, Mao R, et al.. Effects of tumor necrosis factor-α polymorphism on the brain structural changes of the patients with major depressive disorder. Transl Psychiatry. 2018 ;8(1):217.
22. Chakrabarty T,Torres IJ, Bond DJ, Yatham LN. Inflammatory cytokines and cognitive functioning in early-stage bipolar I disorder. J Affect Disord. 2019 ;245:679-85.
23. Yang G, Parkhurst CN, Hayes S, Gan WB. Peripheral elevation of TNF-alpha leads to early synaptic abnormalities in the mouse somatosensory cortex in experimental autoimmune encephalomyelitis. Proc. Natl Acad Sci USA. 2013;110:10306-10311.
24. Abraham LJ, Kroeger KM. Impact of the -308 TNF promoter polymorphism on the transcriptional regulation of the TNF gene: relevance to disease. J Leukoc Biol. 1999;66(4):562–66.
25. Kadasah S, Arfin M, Rizvi S, Al-Asmari M, Al-Asmari A. Tumor necrosis factor-α and -β genetic polymorphisms as a risk factor in Saudi patients with schizophrenia. Neuropsychiatr Dis Treat. 2017;13:1081-88.
26. Xiu M, Zhang, G, Chen N, Chen S, Tan Y, Yin G, et al. The TNF-alpha gene −1031T>C polymorphism is associated with onset age but not with risk of schizophrenia in a Chinese population. Neuropsychology. 2019;33(4):482-89.

27. Shin KH, Jeong HC, Choi DH, Kim SN, Kim TE. Association of TNF-alpha G-308A gene polymorphism with depression: a meta-analysis. Neuropsychiatr Dis Treat 2017;13:2661-68.
28. Cerri AP, Arosio B, Viazzoli C, Confalonieri R, Vergani C, Giorgio Annoni. The -308 (G/A) single nucleotide polymorphism in the TNF- α gene and the risk of major depression in the elderly. Int J Geriatr Psychiatry. 2010;25:219-23.
29. Czerski PM, Rybakowski F, Kapelski P, Rybakowski JK, Dmitrzak-Weglarz M, Leszczyńska-Rodziewicz A, et al. Association of tumor necrosis factor -308G/A promoter polymorphism with schizophrenia and bipolar affective disorder in a Polish population. Neuropsychobiology. 2008;57(1-2):88-94.
30. Pae CU, Lee KU, Han H, Serretti A, Jun TY. Tumor necrosis factor alpha gene-G308A polymorphism associated with bipolar I disorder in the Korean population. Psychiatry Res. 2004;125(1):65-8.
31. Clerici M, Arosio B, Mundo E, Cattaneo E, Pozzoli S, Dell'osso B, et al. Cytokine polymorphisms in the pathophysiology of mood disorders. CNS Spectr. 2009;14(8):419-25.
32. Petrescu F, Voican SC, Silosi I. Tumor necrosis factor-alpha serum levels in healthy smokers and nonsmokers. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2010;5:217-22.

CHAR ADSORBENTİ KULLANILARAK BENZENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONU ÜZERİNE YANIT YÜZEY METODU İLE BİR MODELLEME ÇALIŞMASI

A MODELING STUDY ON OF THE GAS ADSORPTION PROCESS OPTIMIZATION OF BENZENE WITH RESPONSE SURFACE METHODOLOGY BY USING CHAR ADSORBENT

Ebru BATUR

Yüksek Lisans Öğrencisi, Siirt Üniversitesi

Sinan KUTLUAY

Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, benzenin gaz adsorpsiyon prosesinin değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım geliştirmek için yanıt yüzey metodu (YYM) kullanıldı. Uçucu organik bileşiklerin bir modeli olarak seçilen benzenin gaz adsorpsiyonu için düşük maliyetli bir adsorbent olarak kullanılan char, -850+500 µm boyutundaki Şırnak kömüründen elde edildi. Adsorpsiyon prosesinin modellenmesinde, adsorsiyon süresi, benzen başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi operasyonel parametrelerin etkisi, Box-Behnken deneysel tasarım yaklaşımı kullanılarak incelendi. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından ampirik bir model geliştirildi. Varyans analizi (ANOVA), yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9968) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 81,5 dakika adsorpsiyon süresi, 20,3 ppm başlangıç benzen konsantrasyonu ve 26,9°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. Box-Behnken tasarım temelli YYM kullanılarak belirlenen optimum adsorpsiyon koşulları altında, benzen uçucu organik bileşiği için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 131,11 mg/g olarak belirlendi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 126,85 mg/g olarak bulundu. Model sonuçları ve deneysel veriler arasındaki bir karşılaştırma, yüksek bir korelasyon katsayısı verdi ve YYM modelinin, char adsorbenti ile benzenin gaz

adsorpsiyonunu öngörebildiğini gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Gaz Adsopsiyonu, Char Adsorbenti, Box-Behnken Deneysel Tasarım, Yanıt Yüzey Metodu

Abstract

In this study, the response surface methodology (RSM) was used to develop an approach to evaluate gas adsorption process of benzene. Char, used as a low cost adsorbent for gas adsorption of benzene, selected as a model of volatile organic compounds, was obtained from Şirnak coal of -850 + 500 µm size. In the modeling of adsorption process, the effect of operational parameters such as adsorption time, benzene initial concentration and adsorption temperature was examined using Box-Behnken experimental design approach. An empirical model was developed by RSM to estimate the output response. Variance analysis (ANOVA) was derived from a satisfactory prediction of the regression model with a high regression coefficient value (R^2=0.9968). The maximum adsorption capacity predicted by the multivariate experimental design was determined under optimum process conditions with an adsorption time of 81.5 min, an initial benzene concentration of 20.3 ppm and an adsorption temperature of 26.9°C. Under optimum adsorption conditions using Box-Behnken design-based RSM, the maximum adsorption capacity for the benzene volatile organic compound was determined as 131.11 mg/g. The maximum adsorption capacity for benzene was found to be 126.85 mg/g by the verification test under optimum conditions. A comparison between the model results and experimental data gave a high correlation coefficient and showed that the RSM model can predict gas adsorption of benzene with char adsorbent.

Keywords: Gas Adsorption, Char Adsorbent, Box-Behnken Experimental Design, Response Surface Methodology

1. GİRİŞ

Uçucu organik bileşikler (UOB), çoğu toksik, mutajenik ve kanserojen olup hem insan sağlığını hem de ekolojik çevreyi ciddi şekilde tehdit etmektedir. Sıkı düzenlemelerle birlikte UOB'lerin sürekli artması, UOB emisyonlarının azaltılmasını daha zorunlu hale getirmektedir. Son yıllarda, katalizör oksidasyonu, yoğuşma, biyolojik bozunma, absorpsiyon ve adsorpsiyon gibi etkili UOB azaltma teknikleri geliştirmek için büyük çabalar sarf edilmiştir. Bu teknolojiler arasında, adsorpsiyon yöntemi, hem adsorban hem de adsorbenti yeniden kazanma ve yeniden kullanma potansiyeline sahip olduğundan, etkili ve ekonomik bir kontrol stratejisi olarak kabul edilmiştir. Geniş spesifik yüzey alanları, zengin gözenekli yapıları ve yüksek adsorpsiyon kapasiteleri nedeniyle, karbonlu adsorbentler gaz arıtımında, özellikle

UOB adsorpsiyonu ve geri kazanımı bakımından yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Benzen, hem sıvı hem de buhar fazında çevre kirliliğine neden olan önemli bir kimyasaldır. Buhar fazında, UOB olarak adlandırılan benzen hem iç hem de dış hava kirliliğine neden olmaktadır [2].

Yanıt yüzey metodu (YYM-RSM), yanıtı optimize etmek için çalışılan yanıtın birkaç değişkenden etkilendiği problemlerin modellenmesi ve analizi için faydalı olan matematiksel ve istatistiksel tekniklerden oluşan bir koleksiyondur. YYM standart istatistik tekniklerinden biri olup işletme parametrelerini bulmak ve optimize etmek için birçok araştırmada kullanılmıştır[3]. YYM'nin en büyük avantajlarından biri az sayıda deneysel çalışma yaparak proses yanıtı üzerinde etkisi olan birden fazla deneysel parametrenin optimizasyonunu sağlamasıdır. Box-Behnken tasarımı, çeşitli parametre kombinasyonlarının etkileşiminin etkisini araştırmak için deneysel tasarım modeli olarak benimsenen yanıt yüzeyi modelinin en sık kullanılan kombinasyon tasarımlarından biridir [4-8].

Bu çalışmada, YYM ve Box-Behnken deneysel tasarımı, en önemli UOB'lerden biri olan benzenin gaz adsorpsiyonunda önemli rol oynayan proses parametrelerini optimize etmek için uygulanmıştır. Bu araştırmanın amacı, benzenin gaz adsorpsiyonu için optimum proses parametrelerini belirlemenin yanı sıra, adsorpsiyon süresi, gaz-fazı benzen başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi anahtar proses parametrelerinin benzen adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak bir yaklaşım geliştirmektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Malzemeler

Bu çalışmada, adsorbent üretiminde kullanılan kömür Türkiye'nin Güneydoğusu'ndaki Şırnak ilinden temin edilmiştir. Şırnak kömürü bir havan içinde öğütüldü ve -1000+850 µm'lik bir partikül boyutuna elendi. Elde edilen numuneler, char adsorbentinin üretiminde kullanılmak üzere kapalı kaplarda saklandı. Bu çalışmada kullanılan adsorbat ise analitik derecedeki benzendir (Sigma Aldrich, % 99.0).

2.2 Şırnak kömüründen char üretimi

Şırnak kömüründen char adsorbentinin üretimi yatay bir elektrik fırında gerçekleştirilmiştir.

Char üretim prosesinde, -100+850 µm partikül boyutundaki şırnak kömürü (100 g) bir seramik kroze kabına konuldu ve bir kutu fırında 30 dakika boyunca 550°C'de piroliz edildi. Oksijenin girmesini önlemek için %99.9 saflıktaki azot gazı fırında bir sürükleyici gaz olarak kullanıldı. Piroliz işleminden sonra, numunenin, sürükleyici gaz olarak azot ile fırında soğumasına izin verildi. Proses sonucunda elde edilen numune, deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere kapalı kaplarda muhafaza edildi.

2.3 Benzenin gaz adsorpsiyonu

Gaz adsorpsiyon çalışmaları için kullanılan sistem ve deneysel prosedür, Kutluay ve ark. tarafından yapılan çalışmada detaylı bir şekilde ifade edilen gaz kromatografi yöntemi esas alınarak gerçekleştirildi [9]. Adsorpsiyon deneyleri, 16 cm yüksekliğinde ve 0,9 cm'lik iç çapa sahip bir pyrex-glas reaktörünün sabit bir yatağında ve atmosferik basınç altında gerçekleştirildi. Deneylerdeki analizler üç kez gerçekleştirilerek, iyi bir tekrarlanabilirlik özellik gösterdiği belirlendi.

Adsorpsiyon kapasitesi, aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 1) kullanılarak hesaplandı [9]:

$$q_t = \frac{F}{m}\int_0^t (C_{in} - C_{eff})dt \qquad (1)$$

Burada, q_t (mg g^{-1}), adsorpsiyon kapasitesini, m (g) adsorbent miktarını, F (L dk^{-1}) ise gaz akış hızını ifade etmektedir. C_{in} (ppm) ve C_{eff} (ppm), sırasıyla adsorpsiyon sisteminin giriş (adsorpsiyon öncesi) ve çıkışındaki (adsorpsiyon sonrası) gaz-fazı benzen konsantrasyonlarını göstermektedir.

2.4 Modelleme:Box-Behnken deneysel tasarım ve YYM

Bu çalışmada, proses parametrelerinin benzenin char adsorbenti ile gaz adsorpsiyonu üzerindeki etkileri incelendi. İstatistiksel tasarım ve modelleme, benzenin gaz adsorpsiyon kapasitesini maksimize etmek için proses parametreleri olarak sıcaklık, adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyon ve sıcaklık gibi üç faktör göz önünde bulundurularak gerçekleştirildi. Bu kapsamda, YYM kullanılarak adsorpsiyon süresi ($A=X_1$), başlangıç konsantrasyonu ($B=X_2$) ve sıcaklık ($C=X_3$) bağımsız değişkenleri ile adsorpsiyon kapasitesi (mg/g) yanıtı arasındaki ilişki modellendi. Deney tasarımında Box-Behnken yaklaşımı kullanıldı. Bağımsız değişkenlerin tasarım noktalarına ait değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üç değişkenli deneysel tasarım seviyeleri.

Değişkenler	Box-Behnken tasarımdaki seviyeler		
Kodlanmış seviyeler	Düşük (-1)	Orta (0)	Yüksek (+1)
Adsorpsiyon süresi (dk) (X_1= A)	40	60	80
Başlangıç konsantrasyonu (ppm) (X_2=B)	8	13	18
Sıcaklık (°C) (X_3=C)	25	30	35

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 YYM ve Box-Behnken deneysel tasarım sonuçları

Mevcut çalışmada, gaz adsorpsiyon prosesini etkileyen adsorpsiyon süresi (50-90 dk), başlangıç konsantrasyonu (15-25 ppm) ve sıcaklık (25-35°C) gibi operasyon parametrelerin deneysel tasarımı ve optimizasyonu için Box-Behnken deneysel tasarım yaklaşımı ve YYM uygulanmıştır. Bu amaçla, Box-Behnken yaklaşımı ile oluşturulan deney tasarımına göre yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Box-Behnken deneysel tasarım ve sonuçları

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Yanıt
Deney no	A:Süre (dk)	B:Konsantrasyon (ppm)	C:Sıcaklık (°C)	Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
1	70	20	30	113.26
2	70	25	25	128.94
3	70	15	35	82.37
4	50	20	25	50.12
5	50	20	35	38.05
6	50	15	30	42.19
7	70	15	25	110.07
8	90	25	30	115.84
9	70	25	35	85.61
10	70	20	30	112.91
11	90	15	30	102.04
12	50	25	30	44.30
13	90	20	25	126.53
14	90	20	35	82.07
15	70	20	30	113.08

Gaz-fazı benzen adsorpsiyonu için elde edilen modelin doğruluğunu kontrol etmek için varyans analizi (ANOVA) gibi bazı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin, ANOVA sonuçlarına göre ikinci dereceden (quadratik) eşitliğe uyan bir model olduğu önerilmiştir. Yanıt değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için Box-Behnken yaklaşımı ile önerilen ikinci derece polinom fonksiyonunun ANOVA sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre, gaz fazındaki benzenin adsorpsiyon kapasitesi ANOVA sonuçları ile belirlenen modelin 173,57 olan *F*-değerinin anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, modelin *p*-değerinin 0,05'ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu 0,1'den büyük olması ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Buna göre, gaz fazındaki benzen çalışmasından elde edilen modele göre *p* değerlerinin 0,1'den küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Gaz fazındaki benzen adsorpsiyonu için 0,9490 olan $R^2_{tahmini}$ değeri ile 0.9911 olan $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri arasında 0,2'den daha az bir fark olması nedeniyle oldukça iyi bir uyum söz konusudur. Bu sonuç, modelin 38,23 olan yeterli hassasiyet değeri yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Adsorpsiyon kapasitesinin, süre, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tekli ve çoklu etkileri altındaki değişimini ifade eden model eşitliği ikinci dereceden model yardımı ile çıkarılmış olup aşağıdaki eşitlikte (Eşitlik 2) verildiği gibidir:

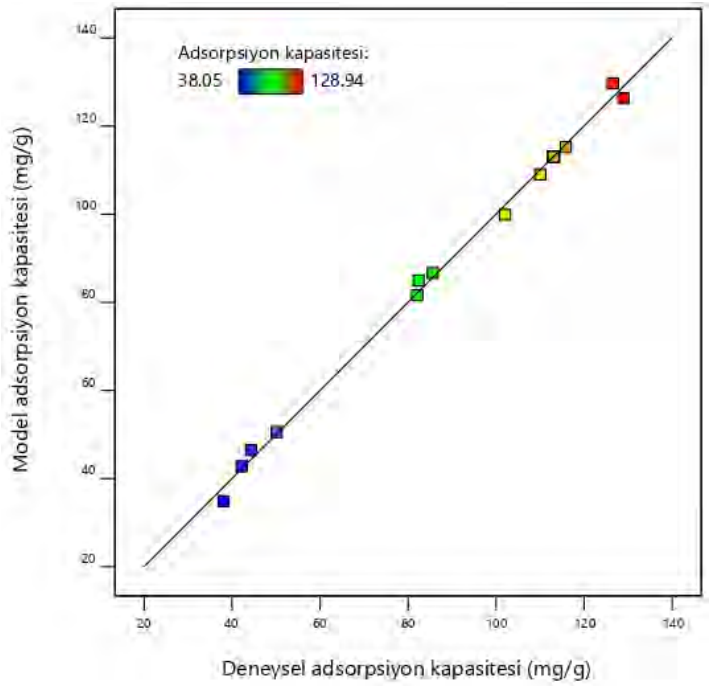
$$q = - 852{,}4 + 14{,}7A + 11{,}1B + 21{,}5C + 0{,}02AB - 0{,}08AC - 0{,}16BC - 0{,}08A^2 - 0{,}19B^2 - 0{,}26C^2 \quad (2)$$

Eşitlikte, *q* (mg/g) prosesin yanıtı olan benzenin adsorpsiyon kapasitesini, A, B ve C ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu modelin geçerliliğini göstermek için, deneysel ve modele göre belirlenen benzen adsorpsiyon kapasitesi sonuçları Şekil 1'de karşılaştırılmıştır. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasite sonuçlarına göre önerilen modelin deneysel verileri önemli derecede temsil ettiği söylenebilir.

Tablo 3. Kuadratik model yüzeyinin ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler toplamı	*F*-değeri	*p*-değeri	
Model	14422.08	9	1602.45	**173.57**	**< 0.0001**	**Anlamlı**
A-Süre (dk)	7926.66	1	7926.66	**858.56**	**< 0.0001**	
B-Konsantrasyon (ppm)	180.69	1	180.69	**19.57**	**0.0069**	
C-Sıcaklık (°C)	2033.94	1	2033.94	**220.30**	**< 0.0001**	
AB	34.16	1	34.16	3.70	0.1124	
AC	262.28	1	262.28	28.41	0.0031	
BC	61.07	1	61.07	6.62	0.0499	
A^2	3845.69	1	3845.69	416.54	< 0.0001	
B^2	82.19	1	82.19	8.90	0.0307	
C^2	161.71	1	161.71	17.52	0.0086	
Kalıntı	46.16	5	9.23			
Model uygunsuzluğu	46.10	3	15.37			
Saf Hata	0.0613	2	0.0306			
Toplam	14468.24	14				

R^2 = 0,9968, $R^2_{düzeltilmiş}$ = 0,9911, $R^2_{tahmini}$ = 0,9490, yeterli hassasiyet (Adeq precision) = 38,23



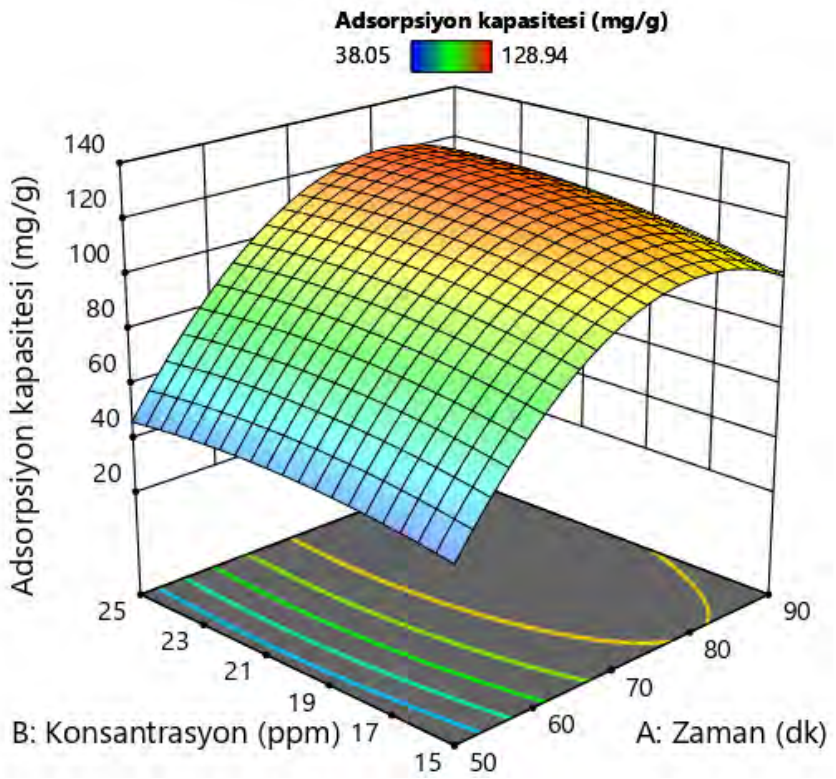
Şekil 1. Benzen için deneysel ve model adsorpsiyon kapasiteleri.

3.2 Operasyon parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi: YYM ve Box-Behnken

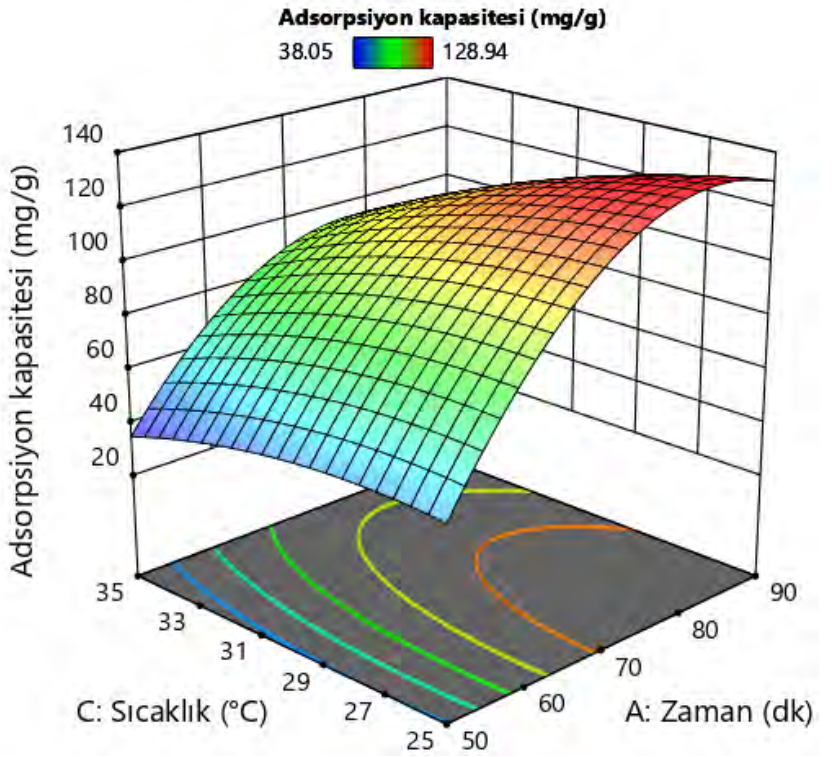
Adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi operasyonel parametrelerin benzen adsorpsiyon kapasitesine etkilerinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2a'de görüldüğü üzere, sabit sıcaklık değeri için

adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu tekli parametrelerindeki artışa bağlı olarak adsorpsiyon kapasitesi artış eğilimindedir. Özellikle ANOVA sonuçları esas alınarak yapılan değerlendirmede, adsorpsiyon süresinin proses üzerinde daha etkili bir parameter olduğu açıktır. Zira, adsorpsiyon süresi 50 dk'dan 80 dk'ya arttırıldığında benzen adsorpsiyon kapasitesinin 38 mg/g'dan 138 mg/g'a yükseldiği ve yaklaşık olarak %263'lük bir artış olduğu görülmektedir. Bu da, adsorpsiyon süresinin benzen adsorpsiyon kapasitesi üzerinde önemli derecede etkili olduğu anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, başlangıç konsantrasyonunun yaklaşık 20 ppm'e kadar adsorpsiyon kapasitesinde artış sağladığı ancak daha yüksek konsantrasyonlarda önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bu sonuç, adsorbent yüzeyindeki aktif bölgelerin benzen buharıyla doyrulduğu gerçeğiyle açıklanabilir. Şekil 2b'de görüldüğü gibi, benzen adsorpsiyon kapasitesi artan adsorpsiyon süresi ile artarken, sıcaklık artışı ile birlikte düşmektedir. Gaz adsorpsiyonu ekzotermik bir proses olduğu için sıcaklık artışına bağlı olarak azalması muhtemel bir sonuçtur. ANOVA sonuçlarına göre, sıcaklığın adsorpsiyon süresi gibi proses üzerinde önemli etkisi bulunan bir parametre olduğu söylenebilir. Adsorpsiyon sıcaklığı 25°C'den 35°C'ye arttırıldığında, benzen adsorpsiyon kapasitesinde %30'luk bir azalış görülmüştür. Şekil 2c'de ise, adsorpsiyon kapasitesinin sıcaklık artışı ile birlikte düştüğü ancak başlangıç konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ise önemli sayılabilecek seviyede bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, sıcaklık parametresinin başlangıç konsantrasyonundan daha etkili olduğunu ve ANOVA sonuçlarını desteklediğini göstermektedir.

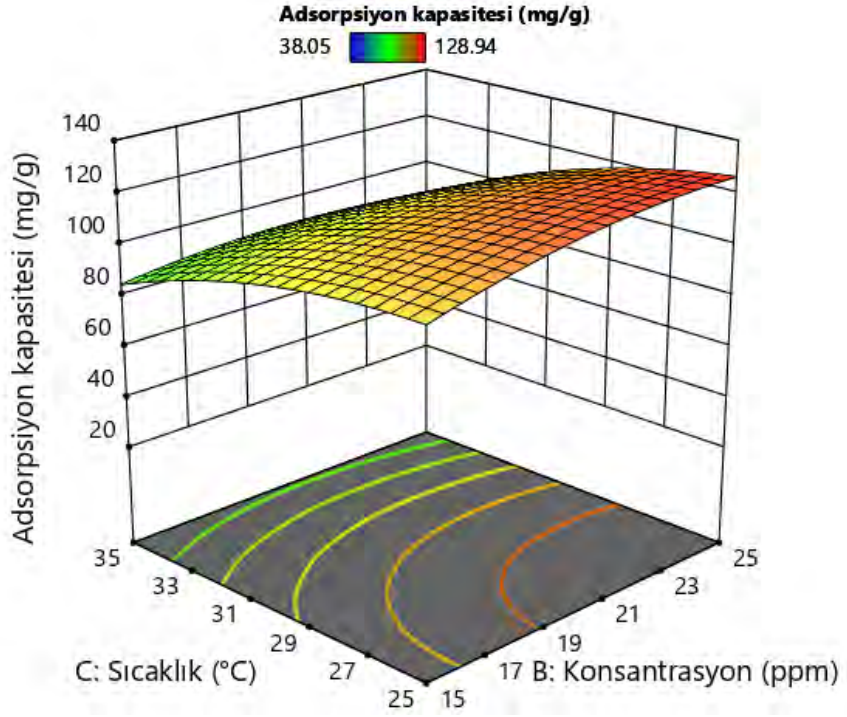
a)


Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
38.05
128.94
Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
140
120
100
80
60
40
20
25
23
21
19
17
15
B: Konsantrasyon (ppm)
50
60
70
80
90
A: Zaman (dk)

b)


Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
38.05
128.94
Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
140
120
100
80
60
40
20
35
33
31
29
27
25
C: Sıcaklık (°C)
50
60
70
80
90
A: Zaman (dk)

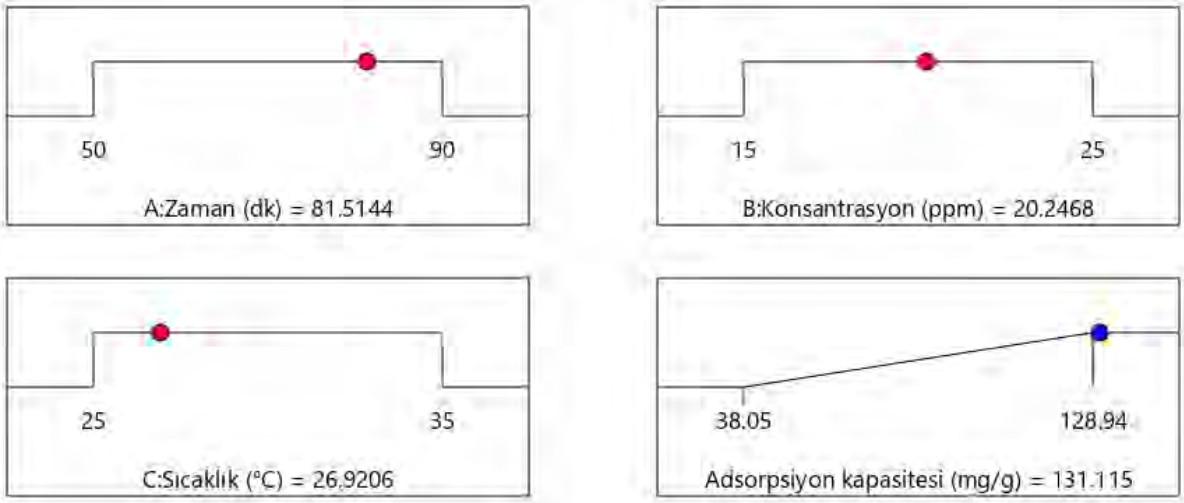
c)



Şekil 2. Benzenin adsorpsiyon kapasitesine; süre ve başlangıç konsantrasyonu (a), süre ve sıcaklık (b) ve başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık (c) parametetkisini gösteren 3 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı = 0,20 g, gaz akış hızı = 100 mL/dk).

3.3 Operasyon parametrelerin optimizasyonu: YYM ve Box-Behnken deneysel tasarım

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon prosesinin temel amacı, benzen için maksimum gaz adsorpsiyon kapasitesi değerlerinin elde edildiği deneysel değişken seviyelerinin bir kombinasyonunu bulmaktır. Gaz adsorpsiyon prosesinde, benzen için char adsorbentinin maksimum adsorpsiyon kapasitesini bulmak amacıyla Box-Behnken tasarım metodu etkili bir araç olarak uygulanarak optimum parametrelerin nümerik değerleri belirlendi (Şekil 5). Belirlenen optimum proses koşulları altında, benzen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 131,11 mg/g olarak bulundu. Ayrıca, optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 126,85 mg/g olarak tespit edildi. Bu sonuçlar esas alınarak önerilen model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu sonucuna varıldı.



Şekil 5. Benzenin gaz adsorpsiyonu için optimum proses parametreleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Şırnak kömüründen elde edilen char adsorbenti kullanılarak benzenin gaz adsorpsiyon özellikleri incelendi. Bu amaçla, adsorpsiyon prosesini en çok etkileyen; adsorpsiyon süresi (50-90 dk.), başlangıç konsantrasyonu (15-25 ppm) ve sıcaklık (25-35°C) gibi parametrelerin deneysel tasarımı ve optimizasyonu için Box-Behnken deneysel tasarım yaklaşımı ve YYM kullanıldı. Box-Behnken deneysel tasarım temelli YYM, adsorpsiyon koşulları ile adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek üzere ANOVA kullanılarak başarıyla uygulandı. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından bir ampirik model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9968) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 81,5 dakika adsorpsiyon süresi, 20,3 ppm başlangıç benzen konsantrasyonu ve 26,9°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. Box-Behnken tasarım temelli YYM kullanılarak belirlenen optimum adsorpsiyon koşulları altında, benzen uçucu organik bileşiği için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 131,11 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 126,85 mg/g olarak bulundu.

KAYNAKLAR

[1] X. Zhang, B. Gao, A.E. Creamer, C. Cao, Y. Li, Adsorption of VOCs onto engineered carbon materials: A review, Journal of hazardous materials 338 (2017) 102-123.

[2] D. Saha, N. Mirando, A. Levchenko, Liquid and vapor phase adsorption of BTX in lignin derived activated carbon: Equilibrium and kinetics study, Journal of cleaner production 182 (2018) 372-378.

[3] C.S. Latchubugata, R.V. Kondapaneni, K.K. Patluri, U. Virendra, S. Vedantam, Kinetics and optimization studies using Response Surface Methodology in biodiesel production using heterogeneous catalyst, Chemical Engineering Research and Design 135 (2018) 129-139.

[4] M. Amini, K.C. Abbaspour, C.A. Johnson, A comparison of different rule-based statistical models for modeling geogenic groundwater contamination, Environmental Modelling & Software 25 (2010) 1650-1657.

[5] M.J. Bashir, H.A. Aziz, M.S. Yusoff, M.N. Adlan, Application of response surface methodology (RSM) for optimization of ammoniacal nitrogen removal from semi-aerobic landfill leachate using ion exchange resin, Desalination 254 (2010) 154-161.

[6] F. Geyikçi, E. Kılıç, S. Çoruh, S. Elevli, Modelling of lead adsorption from industrial sludge leachate on red mud by using RSM and ANN, Chemical Engineering Journal 183 (2012) 53-59.

[7] A.H. Hamzaoui, B. Jamoussi, A. M'nif, Lithium recovery from highly concentrated solutions: Response surface methodology (RSM) process parameters optimization, Hydrometallurgy 90 (2008) 1-7.

[8] H. Kalavathy, I. Regupathi, M.G. Pillai, L.R. Miranda, Modelling, analysis and optimization of adsorption parameters for H3PO4 activated rubber wood sawdust using response surface methodology (RSM), Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 70 (2009) 35-45.

[9] S. Kutluay, O. Baytar, Ö. Şahin, Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for dynamic adsorption of benzene in gas phase onto activated carbon produced from elaeagnus angustifolia seeds, Journal of Environmental Chemical Engineering 7 (2019) 102947.

TOLUEN UÇUCU ORGANİK BİLEŞİĞİNİN ŞIRNAK KÖMÜRÜNDEN ÜRETİLEN CHAR ÜZERİNE ADSORPSİYONU İÇİN PROSES KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU

OPTIMIZATION OF PROCESS CONDITIONS FOR ADSORPTION OF TOLUENE VOLATILE ORGANIC COMPOUND ON THE CHAR PRODUCED FROM ŞIRNAK COAL

Ebru BATUR

Yüksek Lisans Öğrencisi, Siirt Üniversitesi

Sinan KUTLUAY

Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi

Özet

Uçucu organik bileşikler (UOB), hem çevreye hem de insan sağlığına ciddi şekilde zarar veren açık ve kapalı havadaki en büyük çevresel tehlikelerden biri olarak kabul edilmektedir. Mevcut çalışmada, en önemli UOB'lerden biri olan toluenin gaz adsorpsiyon prosesinde etkili olan koşulları optimize etmek için merkezi kompozit tasarım (MKT) ve yanıt yüzey metodu (YYM) uygulandı. Çalışmada, adsorpsiyon süresi, toluen başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık bağımsız değişken, adsorpsiyon kapasitesi ise prosesin yanıtı olan bağımlı değişkenler olarak seçildi. Şırnak kömüründen üretilen char, toluenı uzaklaştırmak için düşük maliyetli bir adsorbent olarak kullanıldı. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından bir ampirik model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9911) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesi, 66,05 dk adsorpsiyon süresi, 17,80 ppm başlangıç toluen konsantrasyonu ve 29,01°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. MKT temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki toluen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 148,82 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 143.01 mg/g olarak bulundu. Bu çalışma sonuçları, Şırnak kömüründen üretilen charın, gaz fazındaki toluenin uzaklaştırılmasında kullanılabilecek yeni, ucuz ve etkili bir adsorbent geliştirilmesinde bir öncü olarak kullanılması gerektiğini

göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Deneysel Tasarım, Gaz Adsorpsiyonu, Yanıt Yüzey Metodu, Toluen

Abstract

Volatile organic compounds (VOCs) are considered to be one of the greatest environmental hazards in both indoor and outdoor air, which seriously harm both the environment and human health. In the present study, central composite design (CCD) and response surface method (RSM) were applied to optimize the conditions effective in the gas adsorption process of toluene, one of the most important VOCs. In the study, the adsorption time, toluene initial concentration and temperature were chosen as independent variables, and the adsorption capacity was chosen as dependent variables which were the response of the process. The char produced from charcoal was used as a low cost adsorbent to remove toluene. An empirical model was developed by RSM to estimate the output response. ANOVA was derived from a satisfactory prediction of the regression model with a high regression coefficient value (R^2=0.9911). The maximum adsorption capacity predicted by the multivariate experimental design was determined under optimum process conditions with an adsorption time of 66.05 min, an initial toluene concentration of 17.80 ppm and an adsorption temperature of 29.01°C. Under optimal adsorption conditions using CCD based RSM, the maximum adsorption capacity was determined as 148.82 mg/g according to the model proposed for gas phase toluene. The maximum adsorption capacity for toluene was found to be 143.01 mg/g by the verification test under optimum conditions. The results of this study show that the char produced from Şırnak coal should be used as a pioneer in the development of a new, unexpensive and effective adsorbent that can be used to remove toluene in the gas phase.

Keywords: Experimental Design, Gas Adsorption, Response Surface Method, Toluene

1. GİRİŞ

Uçucu organik bileşikler (UOB) kaynama noktaları 250°C'nin altında olan bir organik bileşikler sınıfıdır. Bunlar alkoller, esterler, ketonlar, aromatikler, alkanlar, aldehitler ve diğer organik bileşikler dahil olmak üzere çok sayıdadır. UOB'lerin ana kaynakları yakıt yanması, otomobil egzozu, ev ürünleri ve inşaat malzemeleridir. UOB'ler, fotokimyasal sis, baş ağrısı, bulantı, solunum ve sinir sistemi sorunları, hatta kanser dahil olmak üzere çevre ve insan

sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle, UOB emisyonlarını azaltmak çok önemlidir [1]. Son yıllarda, katalizör oksidasyonu, yoğuşma, biyolojik bozunma, absorpsiyon ve adsorpsiyon gibi etkili UOB azaltma teknikleri geliştirmek için büyük çabalar sarf edilmiştir. Geri kazanma yöntemleri arasında, adsorpsiyon teknolojisi, UOB'lerin giderimi için en uygun yöntemlerden biri olarak kabul edilmiştir, çünkü düşük maliyetli ve yüksek verimlilik sunmaktadır [2, 3]. Optimum gözenekli katı adsorbenti bulmak, adsorpsiyon tekniğinin ticari uygulaması için çok önemlidir. Higroskopiklik ve gözenek tıkanma engelleyici gibi bazı dezavantajlara rağmen, karbon malzemelerin UOB azaltımı için düşük maliyetli, yüksek verimli ve iyi kararlı bir adsorbent olarak en yüksek potansiyele sahip olduğu kabul edilmektedir [4]. Endüstriyel faaliyet ve taşıma sonucu atmosferde bulunabilen tehlikeli UOB'ler arasında en tehlikeli olanlardan biri tekrarlanan düşük konsantrasyonlu (ppb) maruz kalmalarda kanserojen olduğu bilinen tolüendir. Toluen, kimyasal proses endüstrilerinde birincil malzeme olup genellikle birçok kimyasal üretimde hammadde olarak ve birçok imalat proseslerinde çözücü olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [5].

Yanıt yüzey metodu (YYM), yanıtı optimize etmek için ilgilenilen yanıtın birkaç değişkenden etkilendiği problemlerin deneysel tasarımı ve analizi için faydalı olan matematiksel ve istatistiksel tekniklerden oluşan bir yöntemdir. YYM standart istatistik tekniklerinden biri olup işletme parametrelerini bulmak ve optimize etmek için birçok araştırmada kullanılmaktadır [6]. YYM'nin en büyük avantajlarından biri az sayıda deneysel çalışma yaparak, proses yanıtı üzerinde etkisi olan birden fazla deneysel parametrenin optimizasyonunu sağlamasıdır. Merkezi kompozit tasarım (MKT), çeşitli parametre kombinasyonlarının etkileşiminin etkisini araştırmak için deneysel tasarım modeli olarak benimsenen yanıt yüzeyi modelinin en sık kullanılan kombinasyon tasarımlarından biridir [7-11].

Bu çalışmada, MKT yaklaşım temelli YYM, en önemli UOB'lerden biri olan toluenin gaz adsorpsiyonunda önemli rol oynayan proses parametrelerini optimize etmek için uygulanmıştır. Bu araştırmanın temel amacı, adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi proses koşullarının toluenin char üzerine adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak uygun bir model geliştirmek ve toluenin gaz adsorpsiyonu için optimum proses parametrelerini belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Malzemeler

Bu çalışmada, adsorbent üretiminde kullanılan kömür Türkiye'nin Güneydoğusu'ndaki Şırnak ilinden temin edilmiştir. Şırnak kömürü bir havan içinde öğütüldü ve -1000+850 µm'lik bir partikül boyutuna elendi. Elde edilen numuneler, char adsorbentinin üretiminde kullanılmak üzere kapalı kaplarda saklandı. Bu çalışmada kullanılan adsorbat ise analitik derecedeki toluendir (Sigma Aldrich, % 99.0).

2.2 Şırnak kömüründen char üretimi

Şırnak kömüründen char adsorbentinin üretimi yatay bir elektrik fırında gerçekleştirilmiştir. Char üretim prosesinde, -100+850 µm partikül boyutundaki şırnak kömürü (100 g) bir seramik kroze kabına konuldu ve bir kutu fırında 30 dakika boyunca 550°C'de piroliz edildi. Oksijenin girmesini önlemek için %99.9 saflıktaki azot gazı fırında bir sürükleyici gaz olarak kullanıldı. Piroliz işleminden sonra, numunenin, sürükleyici gaz olarak azot ile fırında soğumasına izin verildi. Proses sonucunda elde edilen numune, deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.3 Toluenin gaz Adsorpsiyonu

Gaz adsorpsiyon çalışmaları için kullanılan sistem ve deneysel prosedür, Kutluay ve ark. tarafından yapılan çalışmada detaylı bir şekilde ifade edilen gaz kromatografi yöntemi esas alınarak gerçekleştirildi [12]. Adsorpsiyon deneyleri, 16 cm yüksekliğinde ve 0,9 cm'lik iç çapa sahip bir pyrex-glas reaktörünün sabit bir yatağında ve atmosferik basınç altında gerçekleştirildi. Deneylerdeki analizler üç kez gerçekleştirilerek, iyi bir tekrarlanabilirlik özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Adsorpsiyon kapasitesi, aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 1) kullanılarak hesaplandı [12]:

$$q_t = \frac{F}{m}\int_0^t (C_{in} - C_{eff})dt \qquad (1)$$

Burada, q_t (mg g^{-1}) adsorpsiyon kapasitesini, m (g) adsorbent miktarını, F (L dk^{-1}) ise gaz akış hızını ifade etmektedir. C_{in} (ppm) ve C_{eff} (ppm), sırasıyla adsorpsiyon sisteminin giriş (adsorpsiyon öncesi) ve çıkışındaki (adsorpsiyon sonrası) gaz fazı toluen konsantrasyonlarını göstermektedir.

2.4 MKT yaklaşım temelli YYM ile deneysel tasarım ve istatistiksel analiz

Bu çalışmada, proses parametrelerinin toluenin char adsorbenti ile gaz adsorpsiyonu

üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel tasarım ve istatistiksel analiz, toluenin gaz adsorpsiyon kapasitesini maksimize etmek için proses parametreleri olarak sıcaklık, adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyon ve sıcaklık gibi üç faktör göz önünde bulundurularak gerçekleştirildi. Bu kapsamda, YYM kullanılarak adsorpsiyon süresi ($A=X_1$), başlangıç konsantrasyonu ($B=X_2$) ve sıcaklık ($C=X_3$) bağımsız değişkenleri ile adsorpsiyon kapasitesi (mg/g) yanıtı arasındaki ilişki modellendi. Deney tasarımında MKT yaklaşımı kullanıldı. Bağımsız değişkenlerin tasarım noktalarına ait değerleri Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Üç değişkenli deneysel tasarım seviyeleri.

Bağımsız değişkenler	Sembol	Merkezi kompozit tasarımdaki seviyeler				
		-α (-1,682)	-1	0	+1	+α (+1,682)
Adsorpsiyon süresi (dk.)	A	43,18	50	60	70	76,82
Başlangıç konsantrasyonu (ppm)	B	11,59	15	20	25	28,41
Sıcaklık (°C)	C	21,59	25	30	35	38,41

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 MKT yaklaşım temelli YYM sonuçları

Mevcut çalışmada, gaz adsorpsiyon prosesini etkileyen adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi operasyon parametrelerin deneysel tasarımı ve optimizasyonu için MKT yaklaşımı ve YYM uygulanmıştır. Bu amaçla, MKT yaklaşımı ile oluşturulan deney tasarımına göre yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Gaz-fazı toluen adsorpsiyonu için elde edilen modelin doğruluğunu kontrol etmek için varyans analizi (ANOVA) gibi bazı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin, ANOVA sonuçlarına göre ikinci dereceden (quadratik) eşitliğe uyan bir model olduğu önerilmiştir. Yanıt değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için MKT yaklaşımı ile önerilen ikinci derece polinom fonksiyonunun ANOVA sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre, gaz fazındaki toluenin adsorpsiyon kapasitesi ANOVA sonuçları ile belirlenen modelin 87,09 olan *F*-değerinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 2. MKT yaklaşım temelli YYM sonuçları.

Deney No	Factör 1 A:Zaman dk	Factör 2 B:Konsantrasyon ppm	Factör 3 C:Sıcaklık °C	Yanıt Adsorpsiyon kapasitesi mg/g
1	70	25	25	146.34
2	50	15	35	52.17
3	60	20	30	143.6
4	60	20	30	142.39
5	70	25	35	130.32
6	50	15	25	82.51
7	70	15	25	135.43
8	60	11.591	30	95.14
9	50	25	35	80.67
10	60	20	38.409	92.63
11	70	15	35	108.7
12	43.1821	20	30	50.25
13	60	28.409	30	144.18
14	60	20	30	144.04
15	60	20	21.591	140.58
16	76.8179	20	30	145.67
17	50	25	25	109.09

Tablo 3. Kuadratik model yüzeyinin ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler toplamı	*F*-değeri	*p*-değeri	
Model	17670.71	9	1963.41	87.09	< 0.0001	Anlamlı
A-Süre (dk)	9323.18	1	9323.18	413.56	< 0.0001	
B-Konsantrasyon (ppm)	2118.27	1	2118.27	93.96	< 0.0001	
C-Sıcaklık (°C)	2429.50	1	2429.50	107.77	< 0.0001	
AB	63.56	1	63.56	2.82	0.1370	
AC	32.04	1	32.04	1.42	0.2720	
BC	19.94	1	19.94	0.8845	0.3783	
A^2	3217.10	1	3217.10	142.70	< 0.0001	
B^2	958.50	1	958.50	42.52	0.0003	
C^2	1196.21	1	1196.21	53.06	0.0002	
Kalıntı	157.81	7	22.54			
Model uygunsuzluğu	156.35	5	31.27	42.83	0.0230	
Saf Hata	1.46	2	0.7300			
Toplam	17828.51	16				

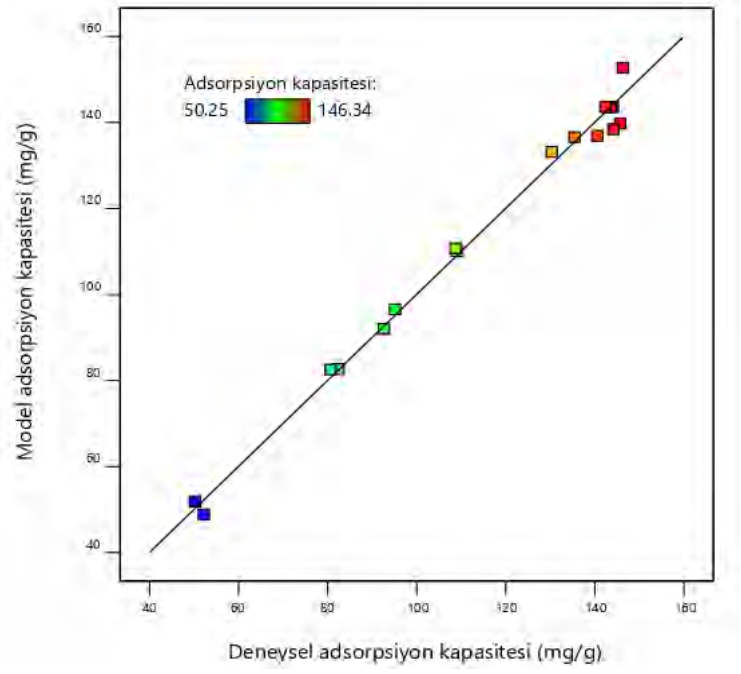
R^2 = 0,9911, $R^2_{düzeltilmiş}$ = 0,9798, $R^2_{tahmini}$ = 0,9324, yeterli hassasiyet (Adeq precision) = 28,51

Ayrıca, modelin *p*-değerinin 0,05'ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu 0,1'den büyük olması ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Buna göre, gaz fazındaki toluen çalışmasından elde edilen modele göre *p* değerlerinin 0,1'den küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Gaz fazındaki toluen adsorpsiyonu için 0,9324 olan $R^2_{tahmini}$ değeri ile 0.9798 olan $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri arasında 0,2'den daha az bir fark olması nedeniyle oldukça iyi bir uyum söz konusudur. Bu sonuç, modelin 28,51 olan yeterli hassasiyet değeri ile yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Toluen adsorpsiyon kapasitesinin, süre, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tekli ve çoklu etkileri altındaki değişimini ifade eden model eşitliği ikinci dereceden model yardımı ile çıkarılmış olup aşağıdaki eşitlikte (Eşitlik 2) verildiği gibidir:

$$q = - 1067{,}2 + 22{,}8A + 18{,}7B + 18{,}4C + 0{,}05AB + 0{,}04AC + 0{,}06BC - 0{,}17A^2 - 0{,}39B^2 - 0{,}41C^2 \quad (2)$$

Eşitlikte, *q* (mg/g) prosesin yanıtı olan toluenin adsorpsiyon kapasitesini, A, B ve C ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu modelin geçerliliğini göstermek için, deneysel ve modele göre belirlenen toluen adsorpsiyon kapasitesi sonuçları Şekil 1'de karşılaştırılmıştır. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasite sonuçlarına göre önerilen modelin deneysel verileri önemli derecede temsil ettiği söylenebilir.

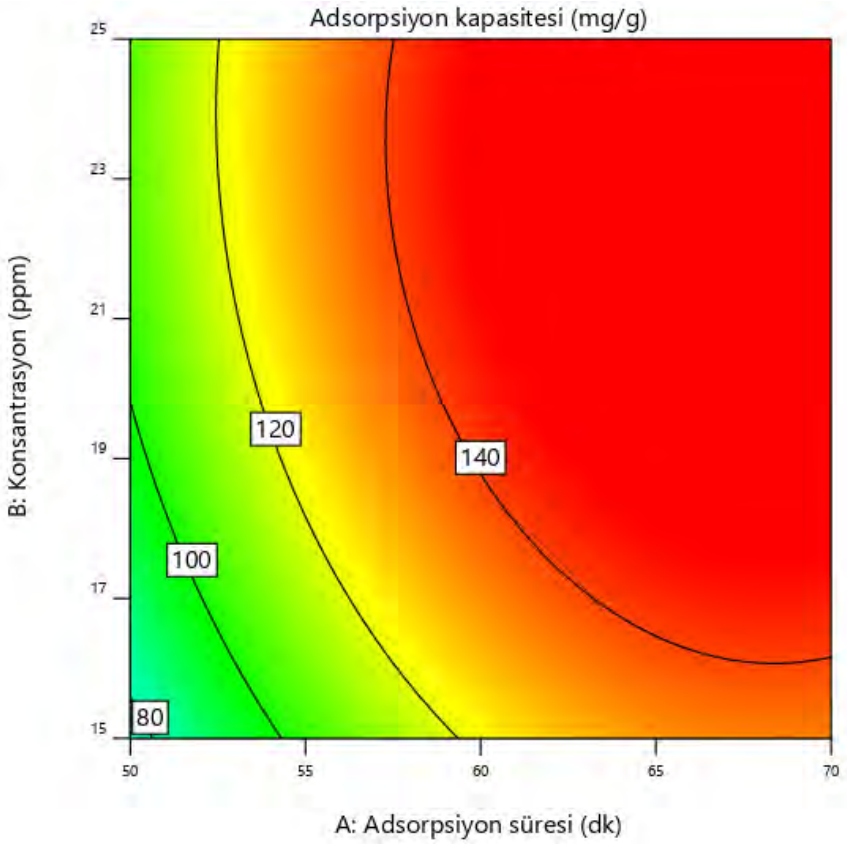


Şekil 1. Toluen için deneysel ve model adsorpsiyon kapasiteleri

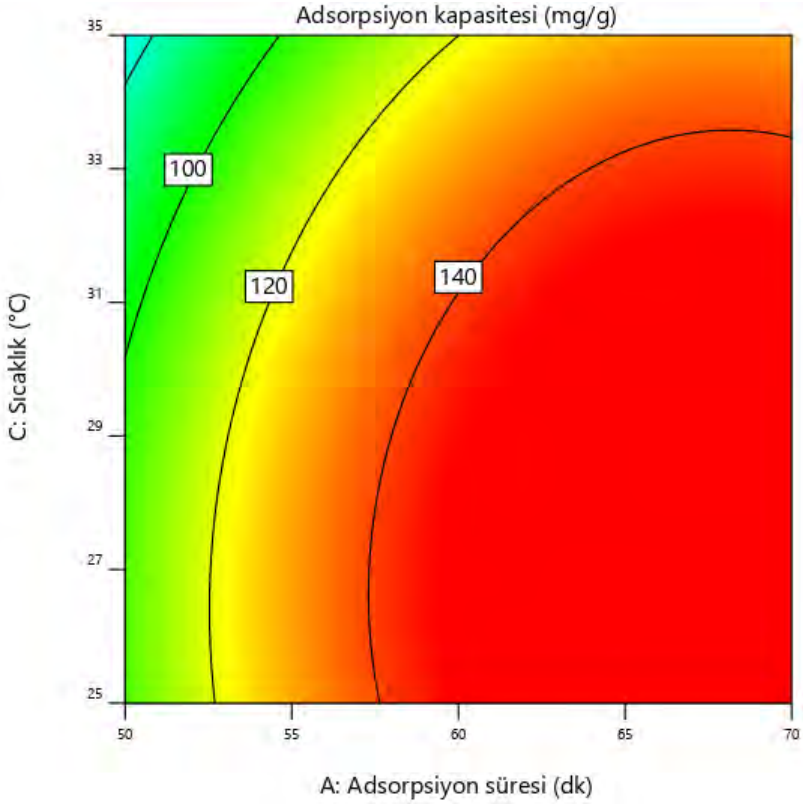
3.2 Operasyon parametrelerinin etkileri: YYM ve MKT

Adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi operasyonel parametrelerin toluen adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2a'de görüldüğü üzere, sabit sıcaklık değeri için adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu tekli parametrelerindeki artışa bağlı olarak adsorpsiyon kapasitesi artış eğilimindedir. Özellikle ANOVA sonuçları esas alınarak yapılan değerlendirmede, adsorpsiyon süresinin proses üzerinde daha etkili bir parameter olduğu açıktır. Zira, adsorpsiyon süresi 50 dk'dan 60 dk'ya arttırıldığında toluen adsorpsiyon kapasitesinin 50,25 mg/g'dan 149,70 mg/g'a yükseldiği ve yaklaşık olarak %198'lik bir artış olduğu görülmektedir. Bu da, adsorpsiyon süresinin toluen adsorpsiyon kapasitesi üzerinde önemli derecede etkili olduğu anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, başlangıç konsantrasyonunun yaklaşık 23 ppm'e kadar adsorpsiyon kapasitesinde artış sağladığı ancak daha yüksek konsantrasyonlarda önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bu sonuç, adsorbent yüzeyindeki aktif bölgelerin toluene buharıyla doyrulduğu gerçeğiyle açıklanabilir. Şekil 2b'de görüldüğü gibi, toluen adsorpsiyon kapasitesi artan adsorpsiyon süresi ile artarken, sıcaklık artışı ile birlikte ise düşmektedir. Gaz adsorpsiyonu ekzotermik bir proses olduğu için sıcaklık artışına bağlı olarak azalması muhtemel bir sonuçtur. ANOVA sonuçlarına göre, sıcaklığın adsorpsiyon süresi gibi proses üzerinde önemli etkisi bulunan bir parametre olduğu söylenebilir. Adsorpsiyon sıcaklığı 25°C'den 35°C'ye arttırıldığında, toluenin adsorpsiyon kapasitesinde %11'lik bir azalış görülmüştür. Şekil 2c'de ise, adsorpsiyon kapasitesinin sıcaklık artışı ile birlikte düştüğü ancak başlangıç konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ise önemli sayılabilecek seviyede bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, sıcaklık parametresinin başlangıç konsantrasyonundan daha etkili olduğunu ve ANOVA sonuçlarını desteklediğini göstermektedir.

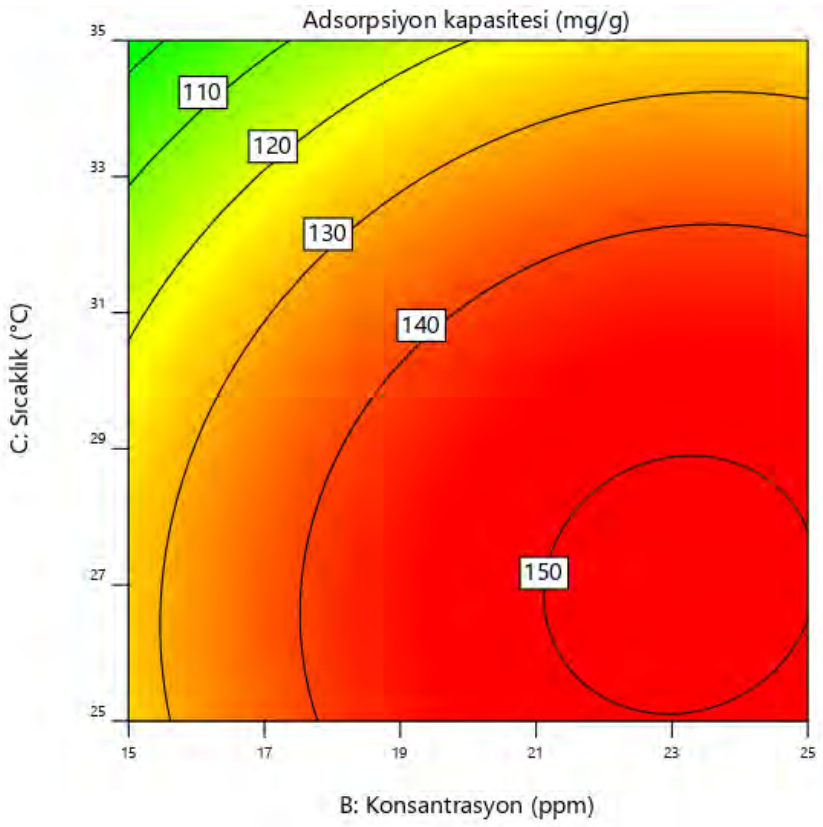
a)


Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
B: Konsantrasyon (ppm)
25
23
21
19
17
15
120
140
100
80
50
55
60
65
70
A: Adsorpsiyon süresi (dk)

b)


Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
C: Sıcaklık (°C)
35
33
31
29
27
25
100
120
140
50
55
60
65
70
A: Adsorpsiyon süresi (dk)

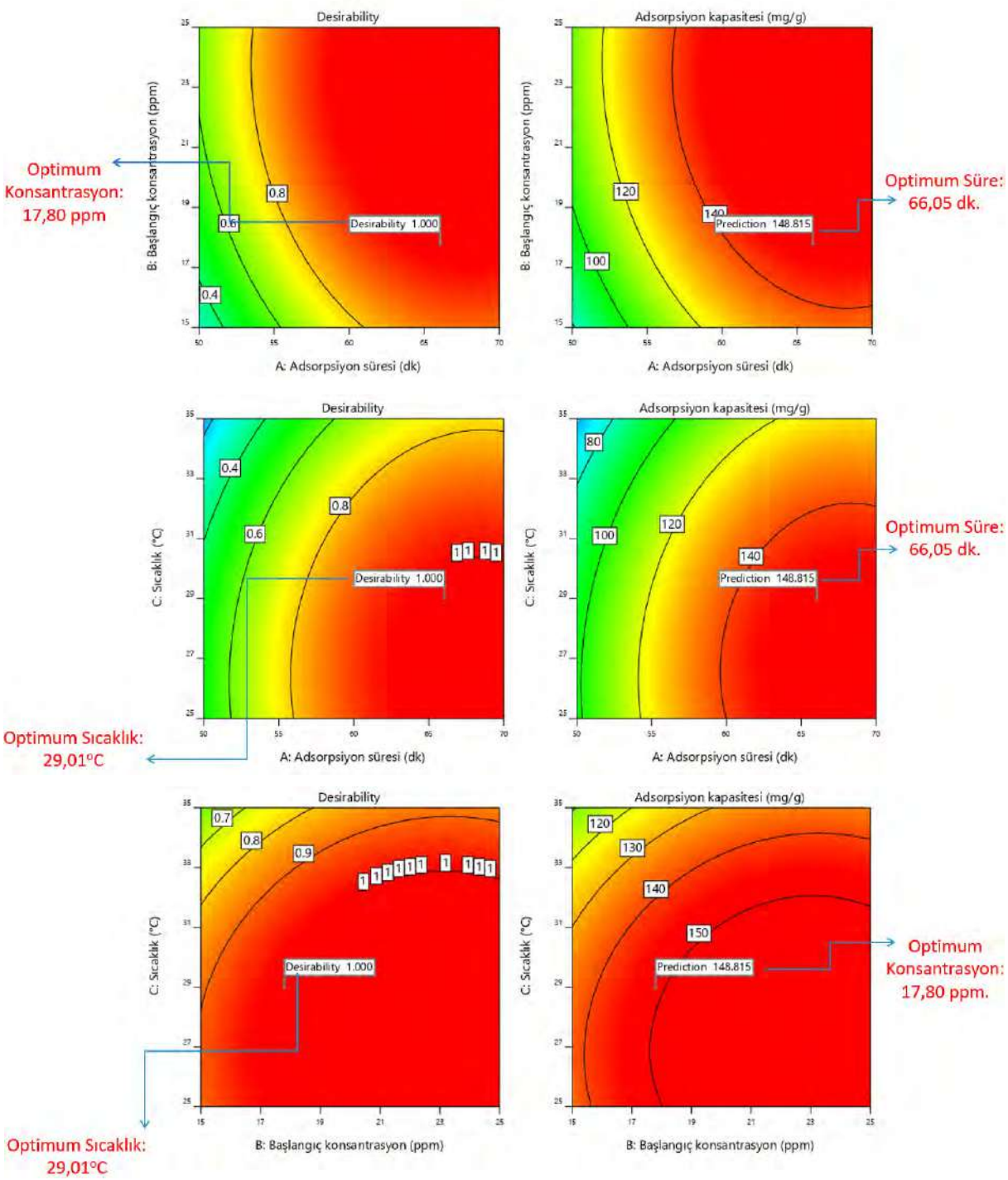
c)



Şekil 2. Toluenin adsorpsiyon kapasitesine; süre ve başlangıç konsantrasyonu (a), süre ve sıcaklık (b) ve başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık (c) parametetkisini gösteren 2 boyutlu countur yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı = 0,20 g, gaz akış hızı = 100 mL/dk).

3.3 Operasyon parametrelerin optimizasyonu: YYM ve MKT

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon prosesinin temel amacı, toluen için maksimum gaz adsorpsiyon kapasitesi değerlerinin elde edildiği deneysel değişken seviyelerinin bir kombinasyonunu bulmaktır. Gaz adsorpsiyon prosesinde, toluen için char adsorbentinin maksimum adsorpsiyon kapasitesini bulmak amacıyla MKT metodu etkili bir araç olarak uygulanarak optimum parametrelerin nümerik değerleri belirlendi (Şekil 5). Belirlenen optimum proses koşulları altında, toluen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 148,82 mg/g olarak belirlendi. Ayrıca, optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 143.01 mg/g olarak bulundu. Bu sonuçlar esas alındığında, önerilen model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu söylenebilir.



Şekil 5. Toluenin gaz adsorpsiyonu için optimum proses parametreleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Şırnak kömüründen üretilen char adsorbentinin toluene karşı gaz adsorpsiyon özellikleri incelendi. Bu amaçla, MKT temelli YYM uygulanarak, adsorpsiyon prosesi üzerine önemli derecede etkisi bulunan adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi adsorpsiyon koşullarının deneysel tasarımı ve optimizasyonu gerçekleştirildi.

MKT temelli YYM, adsorpsiyon koşulları ile adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek üzere ANOVA kullanılarak başarıyla uygulandı. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından bir ampirik model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9911) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 66,05 dakika adsorpsiyon süresi, 17,80 ppm başlangıç toluen konsantrasyonu ve 29,01°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. MKT temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 148,82 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 143.01 mg/g olarak bulundu. Bu sonuçlar çerçevesinde, toluenin gaz adsorpsiyonu için önerilen quadratic model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

[1] G. Zhang, M. Feizbakhshan, S. Zheng, Z. Hashisho, Z. Sun, Y. Liu, Effects of properties of minerals adsorbents for the adsorption and desorption of volatile organic compounds (VOC), Applied Clay Science 173 (2019) 88-96.

[2] R. Serna-Guerrero, A. Sayari, Applications of pore-expanded mesoporous silica. 7. Adsorption of volatile organic compounds, Environmental science & technology 41 (2007) 4761-4766.

[3] S. Wang, L. Zhang, C. Long, A. Li, Enhanced adsorption and desorption of VOCs vapor on novel micro-mesoporous polymeric adsorbents, Journal of Colloid and Interface Science 428 (2014) 185-190.

[4] X. Zhang, B. Gao, A.E. Creamer, C. Cao, Y. Li, Adsorption of VOCs onto engineered carbon materials: A review, Journal of hazardous materials 338 (2017) 102-123.

[5] A. Lamplugh, M. Harries, F. Xiang, J. Trinh, A. Hecobian, L.D. Montoya, Occupational exposure to volatile organic compounds and health risks in Colorado nail salons, Environmental Pollution 249 (2019) 518-526.

[6] C.S. Latchubugata, R.V. Kondapaneni, K.K. Patluri, U. Virendra, S. Vedantam, Kinetics

and optimization studies using Response Surface Methodology in biodiesel production using heterogeneous catalyst, Chemical Engineering Research and Design 135 (2018) 129-139.

[7] M. Amini, K.C. Abbaspour, C.A. Johnson, A comparison of different rule-based statistical models for modeling geogenic groundwater contamination, Environmental Modelling & Software 25 (2010) 1650-1657.

[8] M.J. Bashir, H.A. Aziz, M.S. Yusoff, M.N. Adlan, Application of response surface methodology (RSM) for optimization of ammoniacal nitrogen removal from semi-aerobic landfill leachate using ion exchange resin, Desalination 254 (2010) 154-161.

[9] F. Geyikçi, E. Kılıç, S. Çoruh, S. Elevli, Modelling of lead adsorption from industrial sludge leachate on red mud by using RSM and ANN, Chemical Engineering Journal 183 (2012) 53-59.

[10] A.H. Hamzaoui, B. Jamoussi, A. M'nif, Lithium recovery from highly concentrated solutions: Response surface methodology (RSM) process parameters optimization, Hydrometallurgy 90 (2008) 1-7.

[11] H. Kalavathy, I. Regupathi, M.G. Pillai, L.R. Miranda, Modelling, analysis and optimization of adsorption parameters for H3PO4 activated rubber wood sawdust using response surface methodology (RSM), Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 70 (2009) 35-45.

[12] S. Kutluay, O. Baytar, Ö. Şahin, Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for dynamic adsorption of benzene in gas phase onto activated carbon produced from elaeagnus angustifolia seeds, Journal of Environmental Chemical Engineering 7 (2019) 102947.

YENİ BİR ADSORBENT OLARAK PERLİT DESTEKLİ MANYETİK Fe_3O_4 NANOPARTİKÜLLERİNİN SENTEZLENMESİ VE TOLUENİN GAZ ADSORPSİYON PROSESİNİN OPTİMİZASYONUNDA KULLANILMASI

SYNTHESIS OF PERLITE SUPPORTED MAGNETIC Fe_3O_4 NANOPARTICLES AS A NEW ADSORBENT AND USING IN THE GAS ADSORPTION PROCESS OPTIMIZATION OF TOLUENE

Sinan KUTLUAY

Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, Box-Behnken deneysel tasarımı ve yanıt yüzey metodu (YYM), operasyonel parametrelerin, doğal ve düşük maliyetli bir adsorbent olarak manyetik Fe_3O_4/Perlit nanopartiküller tarafından toluenin gaz adsorpsiyonu üzerine etkisini incelemek için kullanıldı. Çalışmadaki amaç, prosesi en yüksek verimlilikle en düşük maliyette optimize etmek için, gaz adsorpsiyon prosesine etki eden faktörlerin belirlenmesi, bu faktörler arasındaki etkileşimlerin değerlendirilmesi ve matematiksel sonucun modellenmesidir. Deneysel tasarımda, adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklığa bağlı olarak nano-adsorbent tarafından adsorbe edilen gaz fazındaki toluen miktarı araştırıldı. Deneysel tasarımda, Box-Behnken deneysel tasarımı ve YYM, adsorpsiyon koşulları ile adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek amacıyla başarıyla uygulandı. Elde edilen kuadratik modelin cevap değişkenini başarıyla temsil ettiği görüldü. Varyans analizi (ANOVA) ve tepki yüzeyi eğrilerinin sonuçları adsorpsiyon parametrelerinin tepki değişkenleri üzerinde anlamlı derecede etkili olduğunu ortaya koydu. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 39,50 dakika adsorpsiyon süresi, 14,38 ppm başlangıç toluen konsantrasyonu ve 26,36°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. Box-Behnken tasarım temelli YYM kullanılarak belirlenen optimum adsorpsiyon koşulları altında, toluen uçucu organik bileşiği için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 360,53 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 358.65 mg/g olarak bulundu. Sonuçlar, Box-Behnken deneysel tasarımı ve YYM'nin, toluenin gaz

adsorpsiyonunda başarıyla uygulanabileceği gösterdi. Ayrıca, sonuçlar kullanılan manyetik Fe_3O_4/Perlit nano-adsorbentin gaz fazındaki toluenin giderilmesinde çok etkili olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Box-Behnken Deneysel Tasarım, Fe_3O_4/Perlit Nano-Adsorbent, Yanıt Yüzey Metodu, Gaz Adsorpsiyonu

Abstract

In this study, Box-Behnken experimental design and response surface method (RSM) were used to investigate the effect of operational parameters on gas adsorption of toluene by magnetic Fe_3O_4/Perlite nanoparticles as a natural and cost-effective adsorbent. The aim of the study is to determine the factors affecting the gas adsorption process, to evaluate the interactions between these factors and to model the mathematical result in order to optimize the process with the highest efficiency and the lowest cost. In the experimental design, the amount of toluene in the gas phase adsorbed by nano-adsorbent was investigated depending on the adsorption time, initial concentration and temperature. In the experimental design, the Box-Behnken experimental design and RSM were successfully applied to develop an approach to better understand the relationship between adsorption conditions and adsorption capacity. The obtained quadratic model successfully represented the response variable. Results of variance analysis (ANOVA) and response surface curves revealed that adsorption parameters had a significant effect on response variables. The maximum adsorption capacity estimated by the multivariate experimental design was determined under optimum process conditions with an adsorption time of 39.50 min, an initial toluene concentration of 14.38 ppm and an adsorption temperature of 26.36°C. Maximum adsorption capacity of toluene volatile organic compound was determined as 360.53 mg/g under optimum adsorption conditions using Box-Behnken design based RSM. The maximum adsorption capacity for toluene was found to be 358.65 mg/g by verification test under optimum conditions. The results showed that Box-Behnken experimental design and RSM can be successfully applied in gas adsorption of toluene. In addition, the results showed that the magnetic Fe_3O_4/Perlite nano-adsorbent used was very effective in removing toluene in the gas phase.

Keywords: Box-Behnken Experimental Design, Fe_3O_4/Perlite Nano-Adsorbent, Response Surface Method, Gas Adsorption

1. GİRİŞ

Perlit, camsı bir volkanik kayadır, endüstriyel mineraldir. Doğal olduğundan çevre dostudur. Düşük kütle yoğunluğuna sahiptir. Türkiye zengin perlit rezervlerine sahiptir. Bitlis bölgesi Türkiyenin en büyük perlit havzasına sahiptir. Perlitlerin geniş kullanım alanına sahiptir. Düşük ısı iletkenliği, adsorpsiyonunun yüksek spesifik yüzey alanı, düşük kütle yoğunluğu ve sıcağa dayanıklılığı nedeniyle perlit birçok avantaja sahiptir. Perlit, %70-75 SiO_2 'den oluşan bir çeşit mineral oksit karışımıdır. Yüksek silika içeriğine sahip olduklarından ve adsorptif olduklarından, birçok ortamda kimyasal olarak etkisizdir ve bu nedenle çeşitli işlemlerde ve malzemelerde mükemmel dolgu maddeleridir [1]. Adsorpsiyon işleminde kullanılacak adsorbent seçiminde en önemli kriter, kolay, ucuz ve tekrar kullanılabilir olmasıdır. Perlit, doğal olması, gözenekli yapısı, ısıl dayanıklılığı, geniş yüzey alanı ve ucuz özellikleri nedeniyle adsorbent yapımı için ideal bir mineraldir [2]. Uçucu organik bileşikler (UOB) kaynama noktaları 250°C'nin altında olan bir organik bileşikler sınıfıdır. Bunlar alkoller, esterler, ketonlar, aromatikler, alkanlar, aldehitler ve diğer organik bileşikler dahil olmak üzere çok sayıdadır. UOB'lerin ana kaynakları yakıt yanması, otomobil egzozu, ev ürünleri ve inşaat malzemeleridir. UOB'ler, fotokimyasal sis, baş ağrısı, bulantı, solunum ve sinir sistemi sorunları, hatta kanser dahil olmak üzere çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle, UOB emisyonlarını azaltmak çok önemlidir [3]. Son yıllarda, katalizör oksidasyonu, yoğuşma, biyolojik bozunma, absorpsiyon ve adsorpsiyon gibi etkili UOB azaltma teknikleri geliştirmek için büyük çabalar sarf edilmiştir. Geri kazanma yöntemleri arasında, adsorpsiyon teknolojisi, UOB'lerin giderimi için en uygun yöntemlerden biri olarak kabul edilmiştir, çünkü düşük maliyetli ve yüksek verimlilik sunmaktadır [4, 5]. Endüstriyel faaliyet ve taşıma sonucu atmosferde bulunabilen tehlikeli UOB'ler arasında en tehlikeli olanlardan biri tekrarlanan düşük konsantrasyonlu (ppb) maruz kalmalarda kanserojen olduğu bilinen toluendir. Toluen, kimyasal proses endüstrilerinde birincil malzeme olup genellikle birçok kimyasal üretiminde hammadde olarak ve birçok imalat proseslerinde çözücü olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [6].

Yanıt yüzey metodu (YYM), yanıtı optimize etmek için ilgilenilen yanıtın birkaç değişkenden etkilendiği problemlerin deneysel tasarımı ve analizi için faydalı olan matematiksel ve istatistiksel tekniklerden oluşan bir yöntemdir. YYM standart istatistik tekniklerinden biri olup işletme parametrelerini bulmak ve optimize etmek için birçok araştırmada

kullanılmaktadır [7]. YYM'nin en büyük avantajlarından biri az sayıda deneysel çalışma yaparak, proses yanıtı üzerinde etkisi olan birden fazla deneysel parametrenin optimizasyonunu sağlamasıdır. Box-Behnken tasarımı çeşitli parametre kombinasyonlarının etkileşiminin etkisini araştırmak için deneysel tasarım modeli olarak benimsenen yanıt yüzeyi modelinin en sık kullanılan kombinasyon tasarımlarından biridir [8-12].

Bu çalışmanın temel amacı, YYM ve Box-Behnken deneysel tasarım kullanılarak en önemli UOB'lerden biri olan toluenin manyetik Fe_3O_4/Perlit nano-adsorbenti ile gaz adsorpsiyonunda önemli rol oynayan adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi proses parametrelerin etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak uygun bir model geliştirmek ve bu proses için optimum koşulları belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

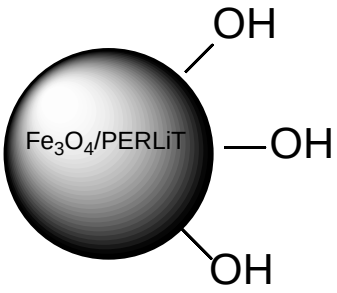
2.1 Kimyasallar ve reaktanlar

Perlit ve demir(III) klorür heksahidrat ($FeCl_3.6H_20$) MERCK Chemical Company'den, demir(II) klorür tetrahidrat ($FeCl_2.4H_20$) ve Tetraetil ortosilinat (TEOS, $Si(OC_2H_5)_4$) ise ALFA AESAR Chemical Company'den temin edildi. Reaksiyonlarda kullanılan tüm kimyasallar ve çözücüler analitik saflıktadır. Bu çalışmada kullanılan adsorbat ise analitik derecedeki toluendir (Sigma Aldrich, % 99.0).

2.2 Perlit destekli manyetik Fe_3O_4 nano-adsorbentinin sentezi

Fe_3O_4 nanoparçacıkları, geliştirilmiş kimyasal kopresipitasyon yöntemi ile hazırlandı. $FeCl_3.6H_2O$ ve $FeCl_2.4H_2O$ tuzları, molar Fe (II)/Fe (III) = 1/2 oranında damıtılmış su içinde çözündürüldü. Fe (II)/Fe (III) çözeltisine, pH değeri 10'un üzerine çıkana kadar yavaş yavaş yüksek konsantrasyonlu NaOH çözeltisi ilave edildi. Daha sonra bu karışıma perlit (+355-500 mesh) tozu eklendi. Süspansiyon 30 dakika boyunca karıştırılıp tüm siyah çökeltiler bir mıknatıs uygulanarak toplandı. Manyetik ayırma saflaştırılması yapılmak üzere üç kez 50 mL deiyonize su ile yıkanacak ve etüvde 60°C'de 8 saat kurutuldu [13]. Uygulanan reaksiyon eşitliği Eşitlik 1'de ve elde edilen ürünün şematik görünümü Şekil 1'de verilmiştir.

$$2FeCl_3.6H_2O + FeCl_2.4H_2O + 8NH_3 \rightarrow Fe_3O_4 + 8NH_4Cl + 12\ H_2O \quad (1)$$



Şekil 1. Fe_3O_4/Perlit şematik görünümü

2.3 Toluenin gaz adsorpsiyonu

Gaz adsorpsiyon çalışmaları için kullanılan sistem ve deneysel prosedür, Kutluay ve ark. tarafından yapılan çalışmada detaylı bir şekilde ifade edilen gaz kromatografi yöntemi esas alınarak gerçekleştirildi [14]. Adsorpsiyon deneyleri, 16 cm yüksekliğinde ve 0,9 cm'lik iç çapa sahip bir pyrex-glas reaktörünün sabit bir yatağında ve atmosferik basınç altında gerçekleştirildi. Deneylerdeki analizler üç kez gerçekleştirilerek, iyi bir tekrarlanabilirlik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Adsorpsiyon kapasitesi, aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 1) kullanılarak hesaplandı [14]:

$$q_t = \frac{F}{m}\int_0^t (C_{in} - C_{eff})dt \qquad (1)$$

Burada, q_t (mg g^{-1}) adsorpsiyon kapasitesini, m (g) adsorbent miktarını, F (L dk^{-1}) ise gaz akış hızını ifade etmektedir. C_{in} (ppm) ve C_{eff} (ppm), sırasıyla adsorpsiyon sisteminin giriş (adsorpsiyon öncesi) ve çıkışındaki (adsorpsiyon sonrası) gaz fazı toluen konsantrasyonlarını göstermektedir.

2.4 YYM ve Box-Behnken ile deneysel tasarım ve istatistiksel analiz

Bu çalışmada, proses parametrelerinin toluenin manyetik Fe_3O_4/Perlit nano-adsorbenti ile gaz adsorpsiyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel tasarım ve istatistiksel analiz, toluenin gaz adsorpsiyon kapasitesini maksimize etmek için proses parametreleri olarak sıcaklık, adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyon ve sıcaklık gibi üç faktör göz önünde bulundurularak gerçekleştirildi. Bu kapsamda, YYM kullanılarak adsorpsiyon süresi ($A=X_1$), başlangıç konsantrasyonu ($B=X_2$) ve sıcaklık ($C=X_3$) bağımsız değişkenleri ile adsorpsiyon kapasitesi (mg/g) yanıtı arasındaki ilişki modellendi. Deney tasarımında Box-Behnken yaklaşımı kullanıldı. Bağımsız değişkenlerin tasarım noktalarına ait değerleri Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Box-Behnken deneysel tasarım.

Bağımsız değişkenler	Sembol	Bağımsız değişkenlerin seviyeleri		
		-1	0	+1
Adsorpsiyon süresi (dakika)	A	20	30	40
Başlangıç konsantrasyonu (ppm)	B	10	12,5	15
Sıcaklık (°C)	C	25	30	35

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 YYM ve Box-Behnken deneysel tasarım sonuçları

Mevcut çalışmada, gaz adsorpsiyon prosesini etkileyen adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi operasyon parametrelerin deneysel tasarımı ve optimizasyonu için YYM ve Box-Behnken yaklaşımı uygulanmıştır. Bu amaçla, Box-Behnken deneysel tasarım yaklaşımı ile oluşturulan deney tasarımına göre yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Gaz-fazı toluen adsorpsiyonu için elde edilen modelin doğruluğunu kontrol etmek için varyans analizi (ANOVA) gibi bazı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin, ANOVA sonuçlarına göre ikinci dereceden (quadratik) eşitliğe uyan bir model olduğu önerilmiştir. Yanıt değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için MKT yaklaşımı ile önerilen ikinci derece polinom fonksiyonunun ANOVA sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre, gaz fazındaki toluenin adsorpsiyon kapasitesi ANOVA sonuçları ile belirlenen modelin 536,27 olan F-değerinin anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu 0,1'den büyük olması ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Buna göre, gaz fazındaki toluen çalışmasından elde edilen modele göre p değerlerinin 0,1'den küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Gaz fazındaki toluen adsorpsiyonu için 0,9772 olan $R^2_{tahmini}$ değeri ile 0.9967 olan $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri arasında 0,2'den daha az bir fark olması nedeniyle oldukça iyi bir uyum söz konusudur. Bu sonuç, modelin 28,51 olan yeterli hassasiyet değeri ile yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. YYM ve Box-Behnken deneysel tasarım sonuçları.

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Yanıt
Deney no	A:Süre (dk)	B:Konsantrasyon (ppm)	C:Sıcaklık (°C)	Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
1	30	12.5	30	242
2	20	15	30	210
3	20	10	30	202
4	30	15	35	220
5	40	12.5	35	310
6	30	12.5	30	242
7	20	12.5	25	204
8	40	15	30	345
9	40	10	30	320
10	30	12.5	30	241
11	30	15	25	271
12	40	12.5	25	360
13	30	10	25	233
14	30	12.5	30	241
15	30	10	35	217
16	20	12.5	35	194
17	30	12.5	30	242

Tablo 3. Kuadratik model yüzeyinin ANOVA sonuçları

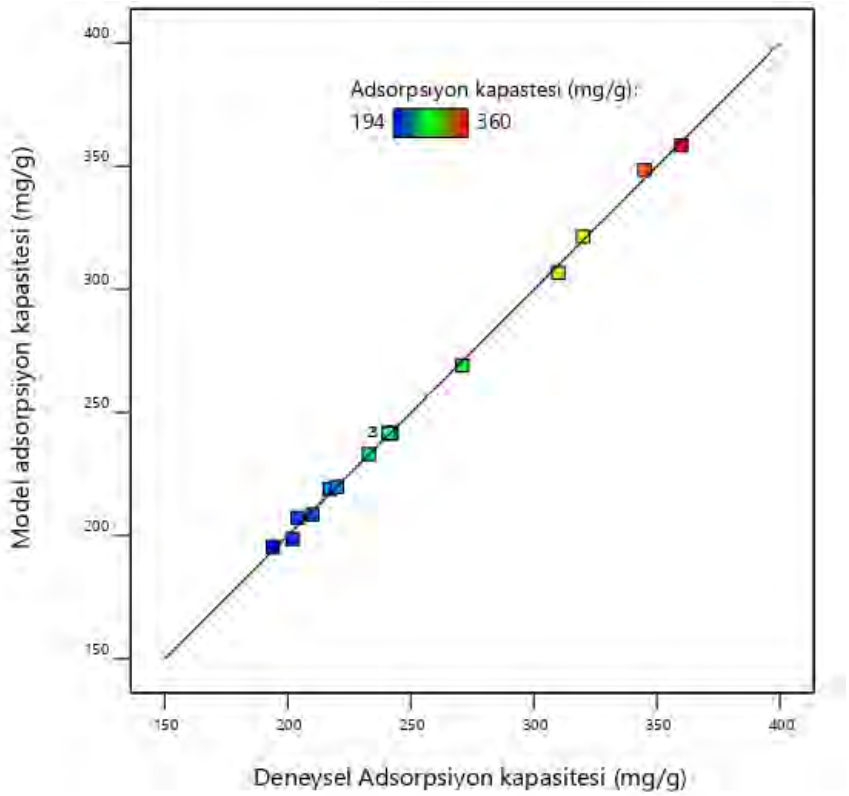
Kaynak	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler toplamı	*F*-değeri	*p*-değeri	
Model	41679.67	9	4631.07	536.27	< 0.0001	anlamlı
A-Süre (dk)	34453.13	1	34453.13	3989.61	< 0.0001	
B-Konsantrasyon (ppm)	684.50	1	684.50	79.26	< 0.0001	
C-Sıcaklık (°C)	2016.13	1	2016.13	233.46	< 0.0001	
AB	72.25	1	72.25	8.37	0.0232	
AC	400.00	1	400.00	46.32	0.0003	
BC	306.25	1	306.25	35.46	0.0006	
A^2	3714.06	1	3714.06	430.08	< 0.0001	
B^2	17.69	1	17.69	2.05	0.1954	
C^2	77.85	1	77.85	9.02	0.0199	
Kalıntı	60.45	7	8.64			
Model uygunsuzluğu	59.25	3	19.75			
Saf Hata	1.20	4	0.3000			
Toplam	41740.12	16				

- ✓ R^2=0,9986
- ✓ $R^2_{düzeltilmiş}$=0,9967
- ✓ $R^2_{tahmini}$=0,9772
- ✓ Yeterli hassasiyet (Adeq precision)=72,32

Toluen adsorpsiyon kapasitesinin, süre, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tekli ve çoklu etkileri altındaki değişimini ifade eden model eşitliği ikinci dereceden model yardımı ile çıkarılmış olup aşağıdaki eşitlikte (Eşitlik 2) verildiği gibidir:

$$q = - 223{,}78 - 7{,}38A + 27{,}80B + 21{,}90C + 0{,}17AB - 0{,}20AC - 0{,}70BC + 0{,}30A^2 - 0{,}33B^2 - 0{,}17C^2 \quad (2)$$

Eşitlikte, q (mg/g) prosesin yanıtı olan toluenin adsorpsiyon kapasitesini, A, B ve C ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu modelin geçerliliğini göstermek için, deneysel ve modele göre belirlenen toluen adsorpsiyon kapasitesi sonuçları Şekil 1'de karşılaştırılmıştır. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasite sonuçlarına göre önerilen modelin deneysel verileri önemli derecede temsil ettiği söylenebilir.



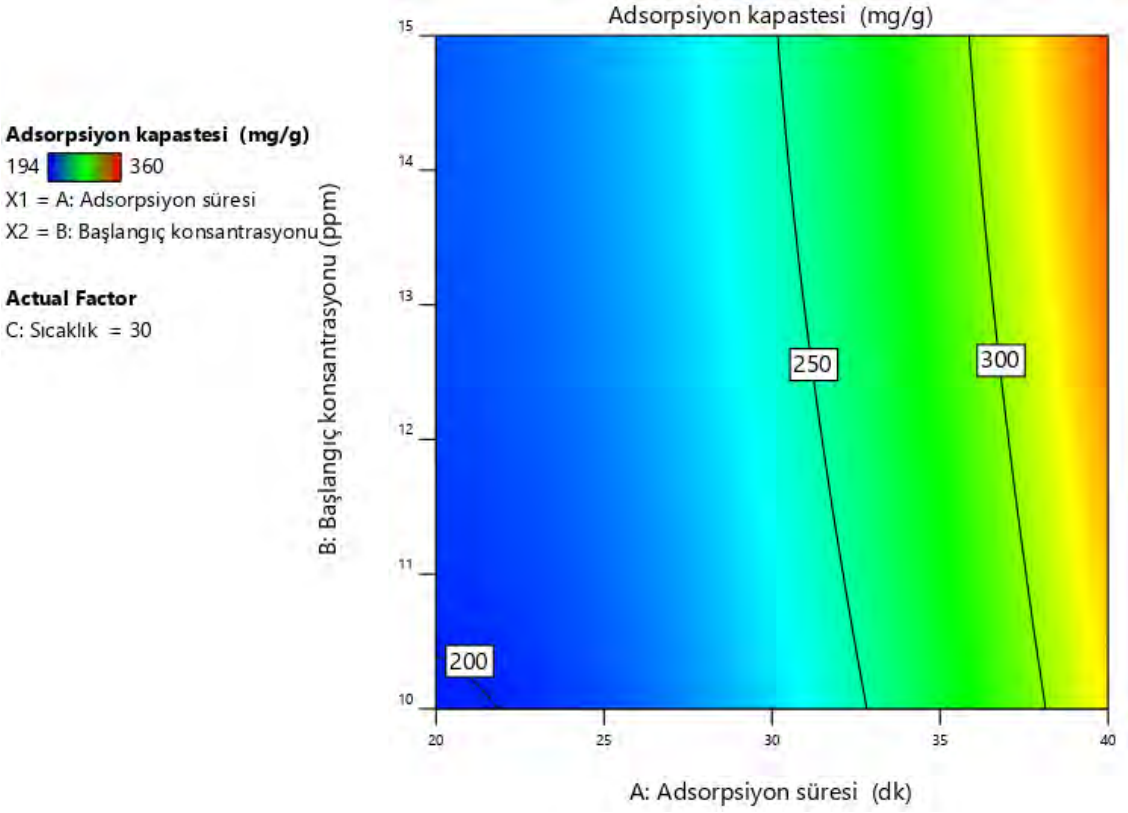
Şekil 1. Toluen için deneysel ve model adsorpsiyon kapasiteleri

3.2 Operasyon parametrelerinin etkileri: YYM ve Box-Behnken deneysel tasarım

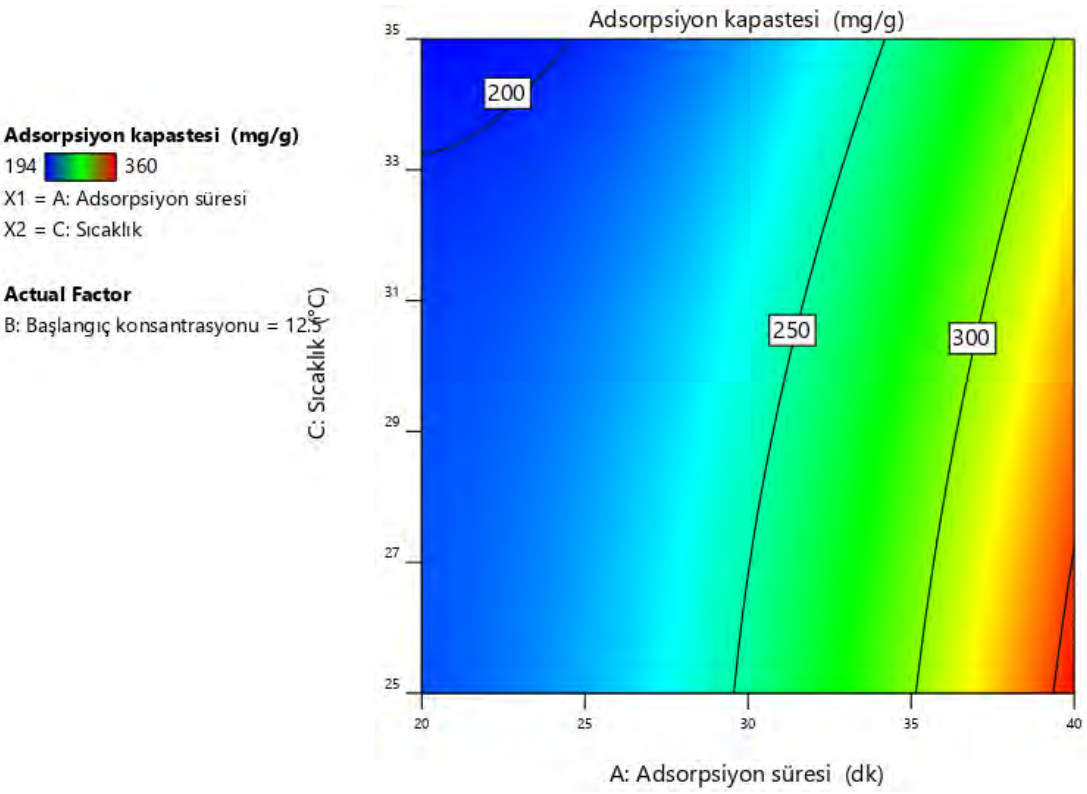
Adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi operasyonel parametrelerin toluen adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2a'de görüldüğü üzere, sabit sıcaklık değeri için adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu tekli parametrelerindeki artışa bağlı olarak adsorpsiyon kapasitesi artış eğilimindedir. Özellikle ANOVA sonuçları esas alınarak yapılan değerlendirmede, adsorpsiyon süresinin proses üzerinde daha etkili bir parameter olduğu açıktır. Bununla birlikte, adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu için kararlı hal şartlarına ulaştıktan sonra adsorpsiyon kapasitesinde önemli bir değişiklik olmadığı

görülmektedir. Bu sonuç, adsorbent yüzeyindeki aktif bölgelerin toluene buharıyla doyrulduğu gerçeğiyle açıklanabilir. Şekil 2b'de görüldüğü gibi, toluen adsorpsiyon kapasitesi artan adsorpsiyon süresi ile artarken, sıcaklık artışı ile birlikte ise düşmektedir. Gaz adsorpsiyonu ekzotermik bir proses olduğu için sıcaklık artışına bağlı olarak azalması muhtemel bir sonuçtur. ANOVA sonuçlarına göre, sıcaklığın adsorpsiyon süresi gibi proses üzerinde önemli etkisi bulunan bir parametre olduğu söylenebilir. Şekil 2c'de ise, adsorpsiyon kapasitesinin sıcaklık artışı ile birlikte düştüğü ancak başlangıç konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ise önemli sayılabilecek seviyede bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, sıcaklık parametresinin başlangıç konsantrasyonundan daha etkili olduğunu ve ANOVA sonuçlarını desteklediğini göstermektedir.

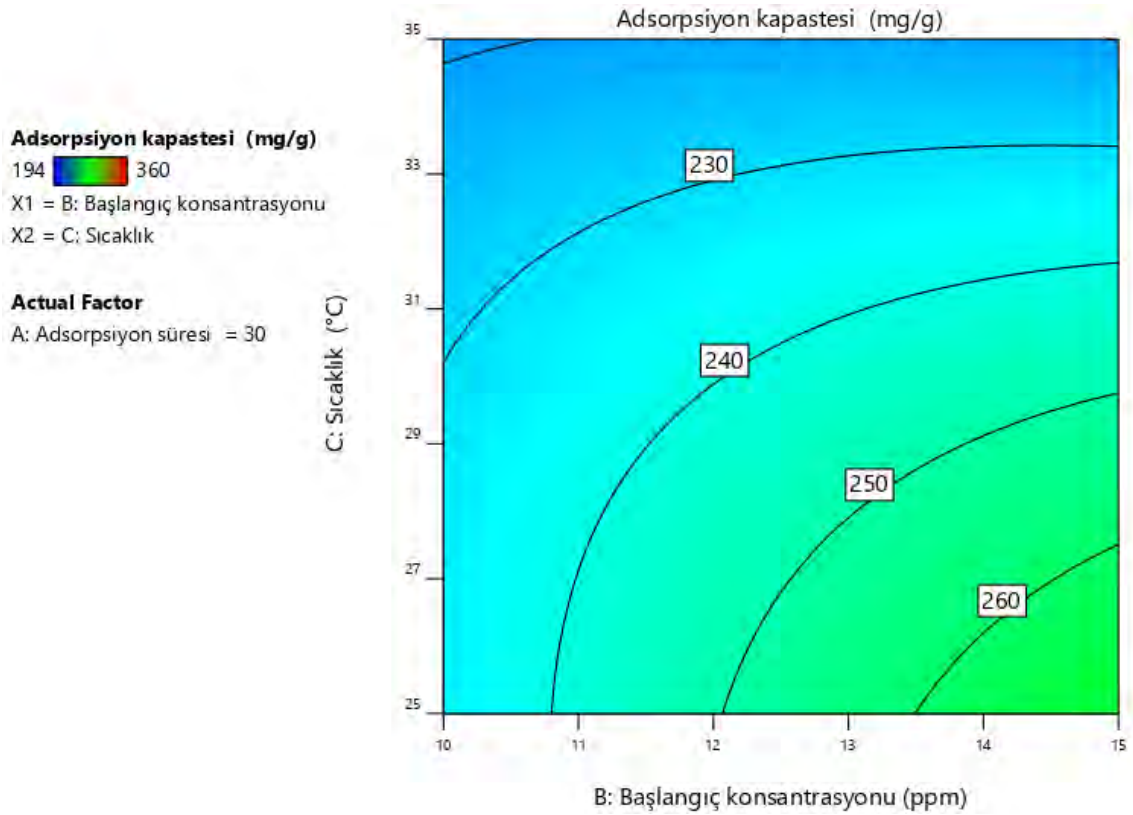
a)



b)



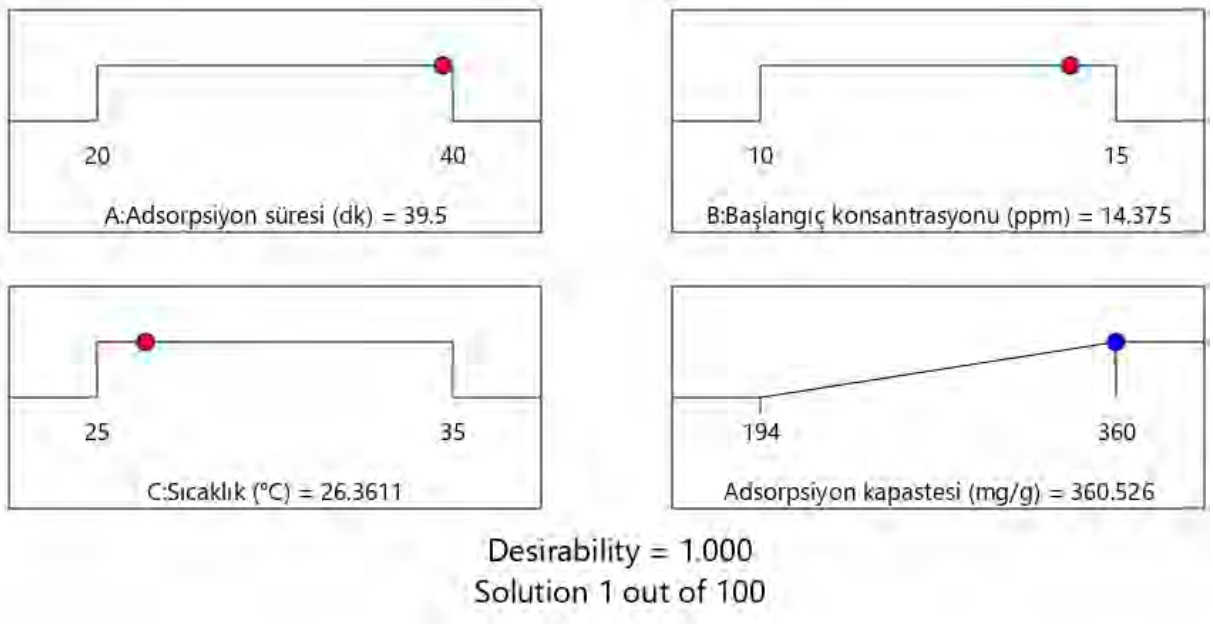
c)



Şekil 2. Toluenin adsorpsiyon kapasitesine; süre ve başlangıç konsantrasyonu (a), süre ve sıcaklık (b) ve başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık (c) parametetkisini gösteren 2 boyutlu countur yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı = 0,08 g, gaz akış hızı = 100 mL/dk).

3.3 Operasyon parametrelerin optimizasyonu: YYM ve MKT

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon prosesinin temel amacı, toluen için maksimum gaz adsorpsiyon kapasitesi değerlerinin elde edildiği deneysel değişken seviyelerinin bir kombinasyonunu bulmaktır. Gaz adsorpsiyon prosesinde, toluen için char adsorbentinin maksimum adsorpsiyon kapasitesini bulmak amacıyla MKT metodu etkili bir araç olarak uygulanarak optimum parametrelerin nümerik değerleri belirlendi (Şekil 5). Belirlenen optimum proses koşulları altında, toluen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 148,82 mg/g olarak belirlendi. Ayrıca, optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 143.01 mg/g olarak bulundu. Bu sonuçlar esas alındığında, önerilen model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu söylenebilir.



Şekil 5. Toluenin gaz adsorpsiyonu için optimum proses parametreleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, yeni bir adsorbent olarak perlit destekli manyetik Fe_3O_4 nanopartiküllerinin toluen için gaz adsorpsiyon özellikleri incelendi. Bu amaçla, adsorpsiyon prosesini en çok etkileyen; adsorpsiyon süresi, başlangıç toluen konsantrasyonu ve sıcaklık gibi parametrelerin deneysel tasarımı ve optimizasyonu için Box-Behnken deneysel tasarım yaklaşımı ve YYM kullanıldı. Box-Behnken deneysel tasarım temelli YYM, adsorpsiyon koşulları ile

adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek üzere ANOVA kullanılarak başarıyla uygulandı. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından ampirik bir model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9986) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 39,50 dakika adsorpsiyon süresi, 14,38 ppm başlangıç toluen konsantrasyonu ve 26,36°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. Box-Behnken tasarım temelli YYM kullanılarak belirlenen optimum adsorpsiyon koşulları altında, toluen uçucu organik bileşiği için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 360,53 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile toluen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 358.65 mg/g olarak bulundu.

KAYNAKLAR

[1] M. Doğan, M. Alkan, Ü. Çakir, Electrokinetic properties of perlite, Journal of Colloid and Interface Science 192 (1997) 114-118.

[2] Ş. Parlayici, Alginate-coated perlite beads for the efficient removal of methylene blue, malachite green, and methyl violet from aqueous solutions: kinetic, thermodynamic, and equilibrium studies, Journal of Analytical Science and Technology 10 (2019) 4.

[3] G. Zhang, M. Feizbakhshan, S. Zheng, Z. Hashisho, Z. Sun, Y. Liu, Effects of properties of minerals adsorbents for the adsorption and desorption of volatile organic compounds (VOC), Applied Clay Science 173 (2019) 88-96.

[4] R. Serna-Guerrero, A. Sayari, Applications of pore-expanded mesoporous silica. 7. Adsorption of volatile organic compounds, Environmental science & technology 41 (2007) 4761-4766.

[5] S. Wang, L. Zhang, C. Long, A. Li, Enhanced adsorption and desorption of VOCs vapor on novel micro-mesoporous polymeric adsorbents, Journal of Colloid and Interface Science 428 (2014) 185-190.

[6] A. Lamplugh, M. Harries, F. Xiang, J. Trinh, A. Hecobian, L.D. Montoya, Occupational exposure to volatile organic compounds and health risks in Colorado nail salons, Environmental Pollution 249 (2019) 518-526.

[7] C.S. Latchubugata, R.V. Kondapaneni, K.K. Patluri, U. Virendra, S. Vedantam, Kinetics and optimization studies using Response Surface Methodology in biodiesel production using heterogeneous catalyst, Chemical Engineering Research and Design 135 (2018) 129-139.

[8] M. Amini, K.C. Abbaspour, C.A. Johnson, A comparison of different rule-based statistical models for modeling geogenic groundwater contamination, Environmental Modelling & Software 25 (2010) 1650-1657.

[9] M.J. Bashir, H.A. Aziz, M.S. Yusoff, M.N. Adlan, Application of response surface methodology (RSM) for optimization of ammoniacal nitrogen removal from semi-aerobic landfill leachate using ion exchange resin, Desalination 254 (2010) 154-161.

[10] F. Geyikçi, E. Kılıç, S. Çoruh, S. Elevli, Modelling of lead adsorption from industrial sludge leachate on red mud by using RSM and ANN, Chemical Engineering Journal 183 (2012) 53-59.

[11] A.H. Hamzaoui, B. Jamoussi, A. M'nif, Lithium recovery from highly concentrated solutions: Response surface methodology (RSM) process parameters optimization, Hydrometallurgy 90 (2008) 1-7.

[12] H. Kalavathy, I. Regupathi, M.G. Pillai, L.R. Miranda, Modelling, analysis and optimization of adsorption parameters for H3PO4 activated rubber wood sawdust using response surface methodology (RSM), Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 70 (2009) 35-45.

[13] M.R.H.T. M. Badihi, S.E. Mosavi, Kh. Badii, R.M.A. Tehrani, F. Doulati Ardejani, Synthesis of Magnetic nano-Perlite catalyst for wet catalytic oxidation of basic colorants in simulated wastewater, 4th the International Color and Coatings Congress (ICCC 2011) November 22-24. (2011).

[14] S. Kutluay, O. Baytar, Ö. Şahin, Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for dynamic adsorption of benzene in gas phase onto activated carbon produced from elaeagnus angustifolia seeds, Journal of Environmental Chemical Engineering 7 (2019) 102947.

BENZENİN MANYETİK Fe_3O_4/AC@SiO_2 NANO-ADSORBENTİ ÜZERİNE ADSORPSİYONUNDA MERKEZİ KOMPOZİT TASARIM TEMELLİ YANIT YÜZEY METODUNUN KULLANILMASI

USE OF CENTRAL COMPOSITE DESIGN BASED RESPONSE SURFACE METHODOLOGY IN ADSORPTION OF BENZENE ON MAGNETIC Fe_3O_4/ AC@SiO_2 NANO-ADSORBENT

Sinan KUTLUAY

Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, benzenin manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nano-adsorbenti üzerine adsorpsiyonunda önemli rol oynayan adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi koşulların etkileri yanıt yüzey metodu (YYM) kullanılarak incelendi. Deneysel tasarım için merkezi kompozit tasarım (MKT) yaklaşımı kullanıldı. Tasarım koşullarında gerçekleştirilen deneylerden, benzen adsorpsiyon kapasitesi yanıt değişkeninin en yüksek olduğu değer belirlendi. Elde edilen quadratik polinom denkleminin yanıt değişkenini temsil etmede başarılı olduğu görüldü. Varyans analizi (ANOVA) sonuçları ve yanıt yüzey eğrilerinden, yanıt değişkeni üzerinde adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığının önemli düzeyde etkili oldukları tespit edildi. Bağımsız değişkenlerin yanıt üzerindeki etkileri ve anlamlılık düzeyleri istatistiki olarak değerlendirildi ve en kısa adsorpsiyon süresi, en düşük başlangıç konsantrasyonu ve en yüksek adsospsiyon kapasitesi için optimum çalışma şartları belirlendi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9942) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 54,84 dakika adsorpsiyon süresi, 18,13 ppm başlangıç benzen konsantrasyonu ve 27,41°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. MKT yaklaşım temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 382,10 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 380.58 mg/g olarak bulundu. Benzenin gaz adsorpsiyonunda, YYM'nin başarılı bir şekilde uygulanabildiği ve manyetik

Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanopartiküllerin düşük maliyetli bir adsorbent olarak kullanılabileceği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Merkezi Kompozit Tasarım, Yanıt Yüzey Metodu, Gaz Adsorpsiyonu, Manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 Nano-Adsorbenti

Abstract

In this study, the effects of conditions such as adsorption time, initial concentration and adsorption temperature which play an important role in the adsorption of benzene on the magnetic Fe_3O_4/AC@SiO_2 nano-adsorbent were investigated by using the response surface methodology (RSM). Central composite design (CCD) approach was used for experimental design. From the experiments carried out under design conditions, the value of the benzene adsorption capacity response variable was determined to be the highest. The obtained quadratic polynomial equation was found to be successful in representing the response variable. The results of variance analysis (ANOVA) and response surface curves showed that adsorption time, initial concentration and adsorption temperature had a significant effect on the response variable. The effect of independent variables on response and significance levels were evaluated statistically and optimum working conditions were determined for the shortest adsorption time, the lowest initial concentration and the highest adsorption capacity. ANOVA was derived from a satisfactory prediction of the regression model with a high regression coefficient value (R^2=0.9942). The maximum adsorption capacity estimated by the multivariate experimental design was determined under optimal process conditions with an adsorption time of 54.84 min, an initial benzene concentration of 18.13 ppm and an adsorption temperature of 27.41°C. The maximum adsorption capacity for benzene in the gas phase was 382.10 mg/g under optimum adsorption conditions using RSM based CCD approach. The maximum adsorption capacity for benzene was found to be 380.58 mg/g by the verification test under optimum conditions. In gas adsorption of benzene, it was observed that the RSM could be applied successfully and magnetic Fe_3O_4/AC@SiO_2 nanoparticles could be used as a low-cost adsorbent.

Keywords: Central Composite Design, Response Surface Methodology, Gas Adsorption, Magnetic Fe_3O_4/AC@SiO_2 Nano-Adsorbent

1. GİRİŞ

Nanoteknolojinin gelişmesiyle son yıllarda adsorpsiyon enstrümantasyonunda sürekli ilerleme kaydedilmiştir. Bu ilerlemeler içerisinde nano manyetik adsorbentler, etkinlikleri ve verimlilikleriyle akademik sahada büyük ilgi görmüştür. Geleneksel adsorbentlere nispeten nano manyetik adsorbentler, geniş yüzey alanına sahip olmaları ve yüksek oranda aktif yüzey bölgeleri taşımaları sebebiyle adsorbat/adsorbent etkileşiminde kimyasal reaktiviteyi arttırıp adsorpsiyon kapasitesini artırmaktadır. Bu gibi benzersiz fiziksel ve kimyasal davranışları sebebiyle adsorbsiyon uygulamalarında oldukça kullanılmaktadır [1]. Manyetit (Fe_3O_4) olarak pek çok teknolojik çalışmada uygulanan yaygın bir demir oksittir. Adsorpsiyon çalışmalarında doğal, sentetik ve modifiye edilmiş manyetitlerden faydalanır. Manyetitlerin manyetik özelliğiyle adsorpsiyon prosesinden ayrılması adsorpsiyon çalışmasında kilit işlemdir. Manyetik özelliği ile manyetik alan ile birlikte saflaştırmada ve geri kazanımda basitlik, hızlılık, etkililik ve ekonomiklik gibi avantajlar sağlamasıyla gelecek vaad etmektedir [2]. Manyetit asit koşullarına karşı hassastır, bu durum adsorbanların manyetik ayrılabilirliğini azaltabilir. Bu nedenle, çekirdeği korumak adına kaplanmaları gerekir [3]. Dış kabuğu karbon çekirdeği manyetit olan karbon kaplı manyetik nano manyetik parçacıklar Fe_3O_4/C, özel bir yapıya sahiptir. Dış katman, manyetiti asit içerisinde çözülmeye karşı iyi şekilde korumaktadır. Karbon, nano manyetik parçacıkları kaplayan diğer kaplama malzemeleri içinde kullanılan elverişli bir malzemedir. Hem hafif ve hem aşırı kimyasal ve fiziksel ortamlarda oldukça etkisiz olduğu için ideal bir kaplama malzemesi olarak kabul edilebilir. Bununla beraber, karbon sayesinde kimyasal modifikasyonlarla malzemenin yüzey özelliklerinin değiştirilmesine olanak sağlar [4, 5]. Silika, Fe_3O_4 nano manyetik parçacıkların kaplanmasında güvenilir, kimyasal stabilitesi yüksek ve yüzey modifikasyonundaki işlevselliği olan en ideal malzemelerden biri olarak kabul edilmiştir [6]. Silika bazlı malzemeler büyüleyici yüzeye sahipler, adsorpsiyon kapasitesi, asit, baz, sıcaklarda kararlılığı gibi son derece şaşırtıcı avantajlarıyla malzeme biliminin geniş alanlarında önemli yerleri mevcuttur. Uçucu organik bileşikler (UOB) insan sağlığını ve ekolojik çevreyi ciddi şekilde tehdit eden önemli kirleticilerdir. UOB'lerin sürekli artması, UOB emisyonlarının giderilmesini daha zorunlu hale getirmektedir. Son yıllarda, katalizör oksidasyonu, yoğuşma, biyolojik bozunma, absorpsiyon ve adsorpsiyon gibi etkili UOB azaltma teknikleri geliştirmek için büyük çabalar sarf edilmiştir. Bu teknolojiler arasında, adsorpsiyon yöntemi,

hem adsorban hem de adsorbenti yeniden kazanma ve yeniden kullanma potansiyeline sahip olduğundan, etkili ve ekonomik bir kontrol stratejisi olarak kabul edilmiştir [7]. Benzen, hem sıvı hem de buhar fazında çevre kirliliğine neden olan önemli bir kimyasaldır. Buhar fazında, UOB olarak adlandırılan benzen hem iç hem de dış hava kirliliğine neden olmaktadır [8]. Yanıt yüzey metodu (YYM-RSM), yanıtı optimize etmek için çalışılan yanıtın birkaç değişkenden etkilendiği problemlerin modellenmesi ve analizi için faydalı olan matematiksel ve istatistiksel tekniklerden oluşan bir koleksiyondur. YYM standart istatistik tekniklerinden biri olup işletme parametrelerini bulmak ve optimize etmek için birçok araştırmada kullanılmıştır [9].

Bu çalışmadaki amaç benzenin gaz adsorbsiyonu için literatürde rastlanmayan etkin bir modifikasyon ile nano-adsorbent (silika ile kaplanmış aktif karbonla işlevselleştirilmiş manyetik manyetit) sentezlemek ve bu nano-adsorbent ile benzenin gaz adsorpsiyonunu gerçekleştirmektir. Bunun yanı sıra, YYM ve merkezi kompozit tasarım (MKT) uygulayarak en önemli UOB'lerden biri olan benzenin gaz adsorpsiyonunda önemli rol oynayan proses parametrelerini optimize etmektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Kimyasallar ve reaktanlar

Aktif karbon (AC, Z29C045) ve demir(III) klorür heksahidrat ($FeCl_3.6H_20$) MERCK Chemical Company'den, demir(II) klorür tetrahidrat ($FeCl_2.4H_20$) ve Tetraetil ortosilinat (TEOS, $Si(OC_2H_5)_4$) ise ALFA AESAR Chemical Company'den temin edildi. Reaksiyonlarda kullanılan tüm kimyasallar ve çözücüler analitik saflıktadır. Bu çalışmada kullanılan adsorbat ise analitik derecedeki benzendir (Sigma Aldrich, % 99.0).

2.2 Nano-adsorbent (Fe_3O_4/AC@SiO_2) sentezi

4 mmol $FeCl_3.6H_20$ ve 2 mmol $FeCl_2.4H_20$ karışımı (Fe^{2+}:Fe^{3+}=2:1) 50 mL deiyonize su içinde dağıtıldı, bu karışımın üzerine (Fe^{2+} + Fe^{3+}):(AC) kütle oranı 4:1 olacak şekilde 0.084 g AC ilave edildi. 10 dakika sonikasyona tabi tutulan karışıma birlikte çökme aşaması için 11-12 pH elde edilene kadar damLa damLa 10 mL NH_3 çözeltisi ilave edildi. 50°C sıcaklıkta 30 dakika boyunca argon gazı atmosferi altında karıştırılmaya devam edildi. Elde edilen Fe_3O_4@AC manyetik ayırma ile ayırıldı, deiyonize su ve etanol ile yıkandı, 24 saat boyunca 60°C'de vakumLu bir fırında kurutuldu [10]. Elde edilen Fe_3O_4/AC reaksiyon balonuna alınıp

50 mL su 100 mL etil alkol içinde 10 dakika sonikasyona tabi tutulduktan sonra üzerine 30 mL NH_3 ve 4 mmol Tetraethyl orthosilicate (TEOS) eklenip gece boyunca oda koşullarında karıştırıldı. Sol–gel methoduyla kaplandı. Fe_3O_4/AC@SiO_2 manyetik ayırma ile ayırıldı, deiyonize su ve etanol ile yıkandı, 24 saat boyunca 60°C'de vakumlu bir fırında kurutuldu [2].

2.3 Gaz adsorpsiyon prosesi

Gaz adsorpsiyon çalışmaları için kullanılan sistem ve deneysel prosedür, Kutluay ve ark. tarafından yapılan çalışmada detaylı bir şekilde ifade edilen gaz kromatografi yöntemi esas alınarak gerçekleştirildi [11]. Adsorpsiyon deneyleri, 16 cm yüksekliğinde ve 0,9 cm'lik iç çapa sahip bir pyrex-glas reaktörünün sabit bir yatağında ve atmosferik basınç altında gerçekleştirildi. Deneylerdeki analizler üç kez gerçekleştirilerek, iyi bir tekrarlanabilirlik özellik gösterdiği belirlendi.

Adsorpsiyon kapasitesi, aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 1) kullanılarak hesaplandı [11]:

$$q_t = \frac{F}{m}\int_0^t (C_{in} - C_{eff})dt \qquad (1)$$

Burada, q_t (mg g^{-1}), adsorpsiyon kapasitesini, m (g) adsorbent miktarını, F (L dk^{-1}) ise gaz akış hızını ifade etmektedir. C_{in} (ppm) ve C_{eff} (ppm), sırasıyla adsorpsiyon sisteminin giriş (adsorpsiyon öncesi) ve çıkışındaki (adsorpsiyon sonrası) gaz-fazı benzen konsantrasyonlarını göstermektedir.

2.4 Modelleme:MKT ve YYM

Bu çalışmada, proses parametrelerinin benzenin Fe_3O_4/AC@SiO_2 nano-adsorbenti ile gaz adsorpsiyonu üzerindeki etkileri incelendi. İstatistiksel tasarım ve modelleme, benzenin gaz adsorpsiyon kapasitesini maksimize etmek için proses parametreleri olarak sıcaklık, adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyon ve sıcaklık gibi üç faktör göz önünde bulundurularak gerçekleştirildi. Bu kapsamda, YYM kullanılarak adsorpsiyon süresi ($A=X_1$), başlangıç konsantrasyonu ($B=X_2$) ve sıcaklık ($C=X_3$) bağımsız değişkenleri ile adsorpsiyon kapasitesi (mg/g) yanıtı arasındaki ilişki modellendi. Deney tasarımında MKT yaklaşımı kullanıldı. Bağımsız değişkenlerin tasarım noktalarına ait değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üç değişkenli deneysel tasarım seviyeleri.

Bağımsız değişkenler	Merkezi kompozit tasarımdaki seviyeler				
	-α (-1,682)	-1	0	+1	+α (+1,682)
Adsorpsiyon süresi:A (dk.)	6,36	20	40	60	73,64
Başlangıç konsantrasyon:B (ppm)	6,59	10	15	20	23,41
Sıcaklık:C (°C)	19,89	25	32,5	40	45,11

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 YYM ve MKT sonuçları

Mevcut çalışmada, gaz adsorpsiyon prosesini etkileyen adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi operasyon parametrelerin deneysel tasarımı ve optimizasyonu için MKT yaklaşımı ve YYM uygulanmıştır. Bu amaçla, MKT yaklaşımı ile oluşturulan deney tasarımına göre yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. MKT yaklaşım temelli YYM sonuçları

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Yanıt
Deney no	A:Süre (dk)	B:Konsantrasyon (ppm)	C:Sıcaklık (°C)	Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
1	60	20	25	381
2	20	20	40	212
3	40	15	45.11	260
4	60	10	25	322
5	20	10	40	156
6	40	15	32.5	334
7	60	10	40	310
8	20	10	25	206
9	6.36	15	32.5	155
10	40	15	32.5	331
11	40	15	32.5	332
12	20	20	25	299
13	40	6.59	32.5	216
14	40	15	19.89	367
15	73.64	15	32.5	346
16	40	23.41	32.5	337
17	60	20	40	310

Gaz-fazı benzen adsorpsiyonu için elde edilen modelin doğruluğunu kontrol etmek için varyans analizi (ANOVA) gibi bazı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin, ANOVA sonuçlarına göre ikinci dereceden (quadratik) eşitliğe uyan bir model olduğu önerilmiştir. Yanıt değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için MKT yaklaşımı ile önerilen ikinci derece polinom fonksiyonunun ANOVA sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre, gaz fazındaki benzenin adsorpsiyon kapasitesi ANOVA sonuçları ile belirlenen modelin 133,43 olan *F*-değerinin anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, modelin *p*-değerinin 0,05'ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu 0,1'den büyük olması ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Buna göre, gaz fazındaki benzen çalışmasından elde edilen modele göre *p* değerlerinin 0,1'den küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Gaz fazındaki benzen adsorpsiyonu için 0,9551 olan $R^2_{tahmini}$ değeri ile 0.9868 olan $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri arasında 0,2'den daha az bir fark olması nedeniyle oldukça iyi bir uyum söz konusudur. Bu sonuç, modelin 36,60 olan yeterli hassasiyet değeri yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Kuadratik model yüzeyinin ANOVA sonuçları

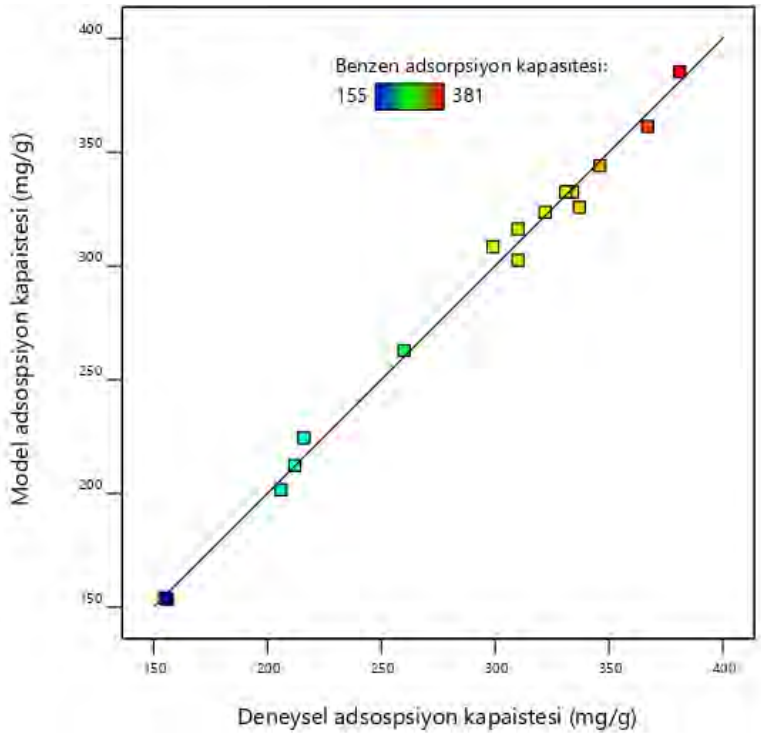
Kaynak	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler toplamı	*F*-değeri	*p*-değeri	
Model	81876.25	9	9097.36	133.43	< 0.0001	anlamlı
A-Süre (dk)	43552.05	1	43552.05	638.75	< 0.0001	
B-Konsantrasyon (ppm)	12398.88	1	12398.88	181.85	< 0.0001	
C-Sıcaklık (°C)	11712.91	1	11712.91	171.79	< 0.0001	
AB	1012.50	1	1012.50	14.85	0.0063	
AC	364.50	1	364.50	5.35	0.0540	
BC	1152.00	1	1152.00	16.90	0.0045	
A^2	9802.68	1	9802.68	143.77	< 0.0001	
B^2	4643.63	1	4643.63	68.11	< 0.0001	
C^2	586.70	1	586.70	8.60	0.0219	
Kalıntı	477.28	7	68.18			
Model uygunsuzluğu	472.62	5	94.52			
Saf Hata	4.67	2	2.33			
Toplam	82353.53	16				

- ✓ R^2=0,9942
- ✓ $R^2_{düzeltilmiş}$=0,9868
- ✓ $R^2_{tahmini}$=0,9551
- ✓ Yeterli hassasiyet (Adeq precision)=36,598

Adsorpsiyon kapasitesinin, süre, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tekli ve çoklu etkileri altındaki değişimini ifade eden model eşitliği ikinci dereceden model yardımı ile çıkarılmış olup aşağıdaki eşitlikte (Eşitlik 2) verildiği gibidir:

$$q = -345{,}01 + 8{,}95A + 45{,}28B + 7{,}43C - 0{,}11AB + 0{,}05AC - 0{,}32BC - 0{,}1A^2 - 0{,}8B^2 - 0{,}1C^2 \quad (2)$$

Eşitlikte, q (mg/g) prosesin yanıtı olan benzenin adsorpsiyon kapasitesini, A, B ve C ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Bu modelin geçerliliğini göstermek için, deneysel ve modele göre belirlenen benzen adsorpsiyon kapasitesi sonuçları Şekil 1'de karşılaştırılmıştır. Deneysel ve model adsorpsiyon kapasite sonuçlarına göre önerilen modelin deneysel verileri önemli derecede temsil ettiği söylenebilir.

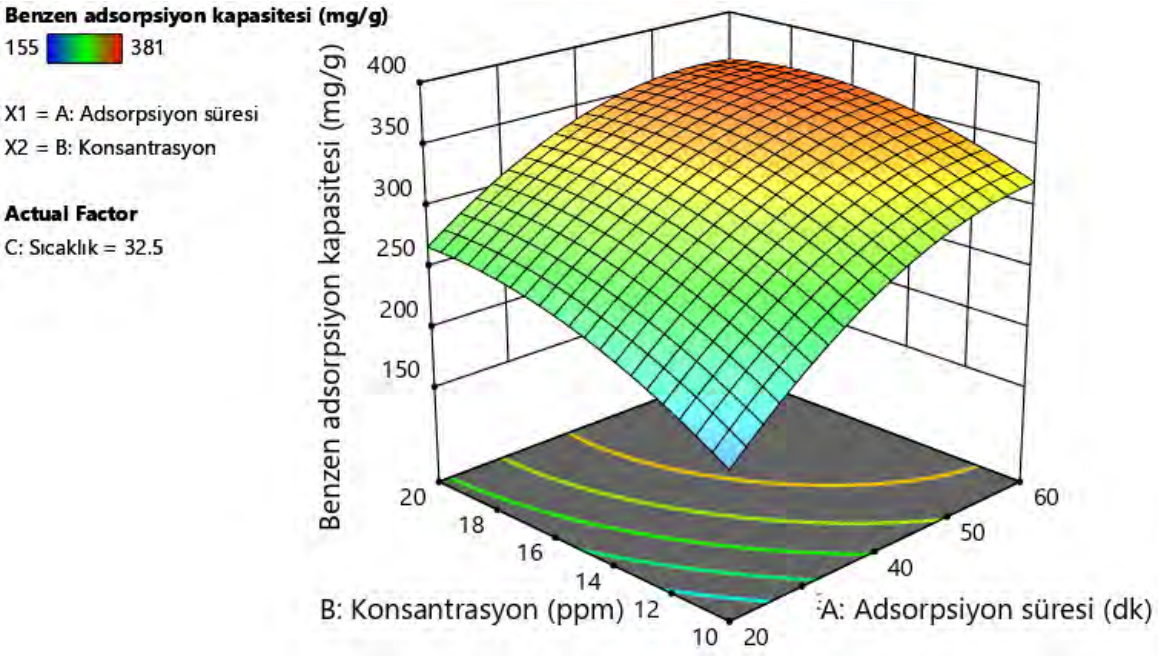


Şekil 1. Benzen için deneysel ve model adsorpsiyon kapasiteleri

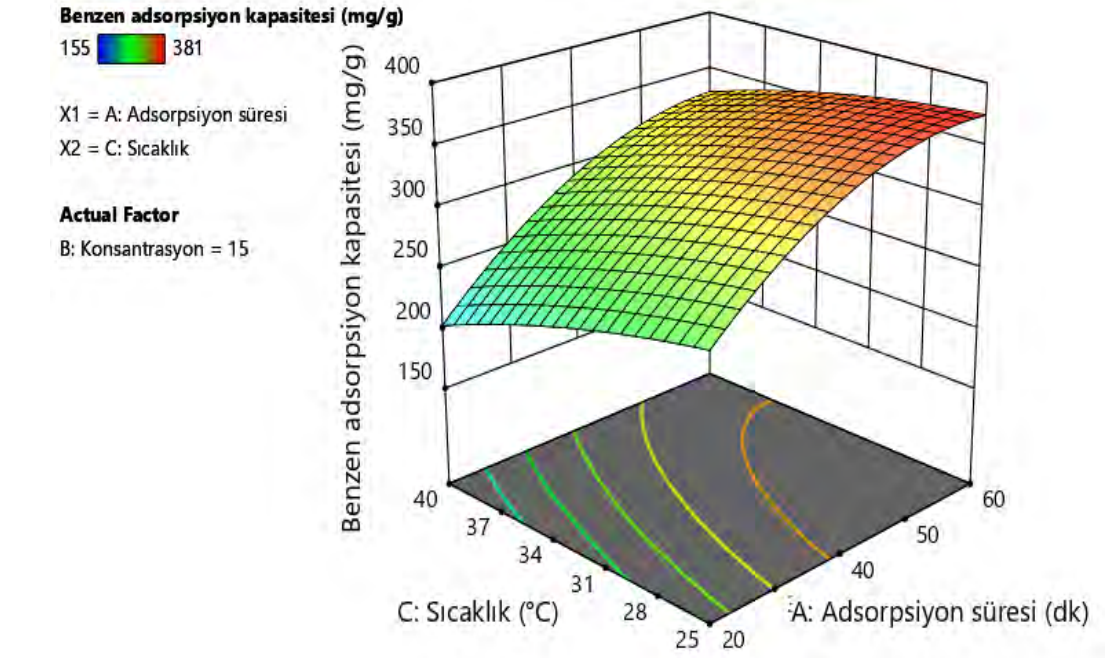
3.2 Operasyon parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi: MKT yaklaşım temelli YYM

Adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu ve adsorpsiyon sıcaklığı gibi operasyonel parametrelerin benzen adsorpsiyon kapasitesine etkilerinin incelendiği çalışmalar için elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2a'de görüldüğü üzere, sabit sıcaklık değeri için adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu tekli parametrelerindeki artışa bağlı olarak adsorpsiyon kapasitesi artış eğilimindedir. Özellikle ANOVA sonuçları esas alınarak yapılan değerlendirmede, adsorpsiyon süresinin proses üzerinde daha etkili bir parameter olduğu açıktır. Bununla birlikte, adsorpsiyon süresi ve başlangıç konsantrasyonu için kararalı hal şartlarına ulaştktan sonra adsorpsiyon kapasitesinde önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bu sonuç, adsorbent yüzeyindeki aktif bölgelerin benzen buharıyla doyrulduğu gerçeğiyle açıklanabilir.

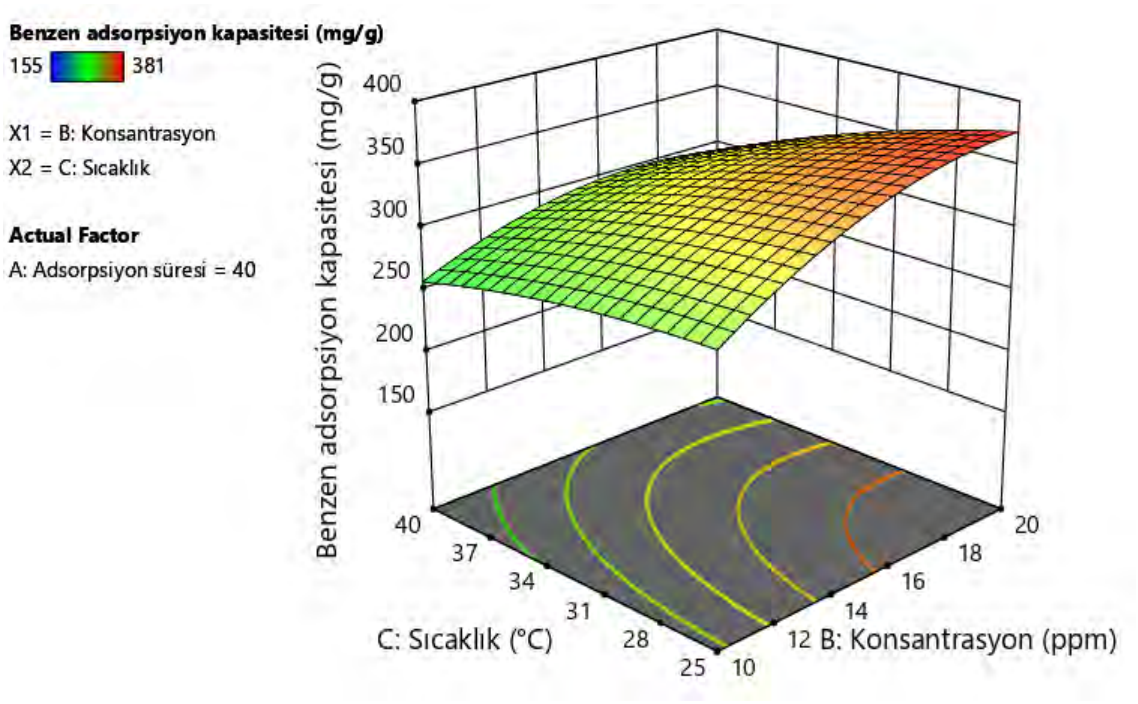
a)


Benzen adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
155
381
X1 = A: Adsorpsiyon süresi
X2 = B: Konsantrasyon
Actual Factor
C: Sıcaklık = 32.5
Benzen adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
400
350
300
250
200
150
20
18
16
14
12
10
B: Konsantrasyon (ppm)
20
40
50
60
A: Adsorpsiyon süresi (dk)

b)


Benzen adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
155
381
X1 = A: Adsorpsiyon süresi
X2 = C: Sıcaklık
Actual Factor
B: Konsantrasyon = 15
Benzen adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)
400
350
300
250
200
150
40
37
34
31
28
25
C: Sıcaklık (°C)
20
40
50
60
A: Adsorpsiyon süresi (dk)

c)



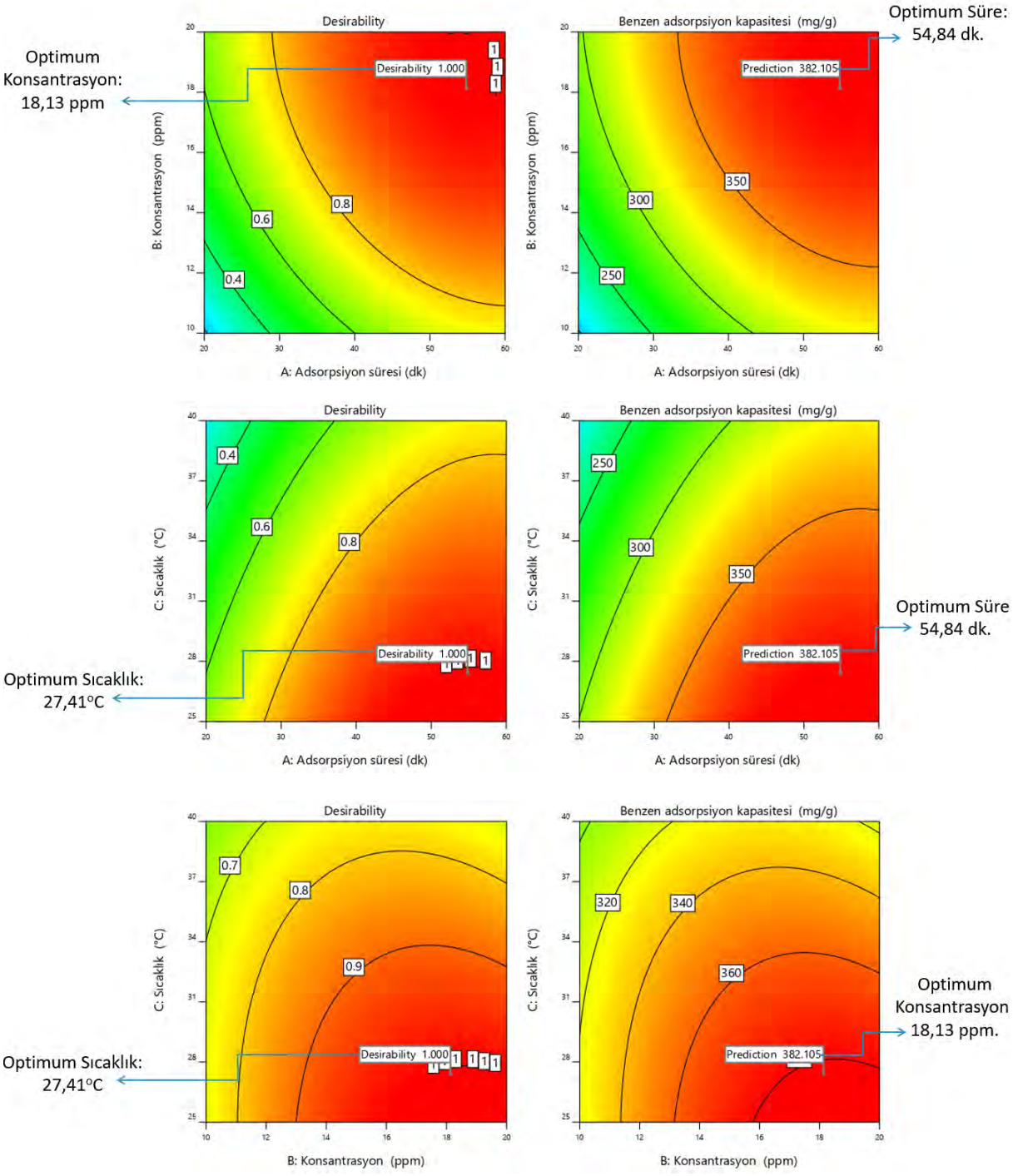
Şekil 2. Benzenin adsorpsiyon kapasitesine; süre ve başlangıç konsantrasyonu (a), süre ve sıcaklık (b) ve başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık (c) parametetkisini gösteren 3 boyutlu yanıt yüzey grafikleri (Adsorbent miktarı = 0,09 g, gaz akış hızı = 100 mL/dk).

Şekil 2b'de görüldüğü gibi, benzen adsorpsiyon kapasitesi artan adsorpsiyon süresi ile artarken, sıcaklık artışı ile birlikte düşmektedir. Gaz adsorpsiyonu ekzotermik bir proses olduğu için sıcaklık artışına bağlı olarak azalması muhtemel bir sonuçtur. ANOVA sonuçlarına göre, sıcaklığın adsorpsiyon süresi gibi proses üzerinde önemli etkisi bulunan bir parametre olduğu söylenebilir. Şekil 2c'de ise, adsorpsiyon kapasitesinin sıcaklık artışı ile birlikte düştüğü ancak başlangıç konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ise önemli sayılabilecek seviyede bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, sıcaklık parametresinin başlangıç konsantrasyonundan daha etkili olduğunu ve ANOVA sonuçlarını desteklediğini göstermektedir.

3.3 Operasyon parametrelerin optimizasyonu: MKT yaklaşım temelli YYM

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon prosesinin temel amacı, benzen için maksimum gaz adsorpsiyon kapasitesi değerlerinin elde edildiği deneysel değişken seviyelerinin bir kombinasyonunu bulmaktır. Gaz adsorpsiyon prosesinde, benzen için char adsorbentinin maksimum adsorpsiyon kapasitesini bulmak amacıyla MKT metodu etkili bir araç olarak uygulanarak optimum parametrelerin nümerik değerleri belirlendi (Şekil 5). Belirlenen

optimum proses koşulları altında, benzen için önerilen modele göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 131,11 mg/g olarak bulundu. Ayrıca, optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 126,85 mg/g olarak tespit edildi. Bu sonuçlar esas alınarak önerilen model çıktısının deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile tamamen uyumlu olduğu sonucuna varıldı.



Şekil 5. Benzenin gaz adsorpsiyonu için optimum proses parametreleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, manyetik Fe_3O_4/AC@SiO_2 nano-adsorbentin benzene karşı gaz adsorpsiyon özellikleri incelendi. Bu amaçla, MKT temelli YYM uygulanarak, adsorpsiyon prosesi üzerine önemli derecede etkisi bulunan adsorpsiyon süresi, başlangıç konsantrasyonu ve sıcaklık gibi adsorpsiyon koşullarının deneysel tasarımı ve optimizasyonu gerçekleştirildi. MKT yaklaşım temelli YYM, adsorpsiyon koşulları ile adsorpsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bir yaklaşım geliştirmek üzere ANOVA kullanılarak başarıyla uygulandı. Çıktı yanıtını tahmin etmek için YYM tarafından ampirik bir model geliştirildi. ANOVA, yüksek bir regresyon katsayısı değeri (R^2=0,9942) ile regresyon modelinin tatmin edici öngörüsü türetildi. Çok değişkenli deney tasarımı ile tahmin edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesinin, 54,84 dakika adsorpsiyon süresi, 18,13 ppm başlangıç benzen konsantrasyonu ve 27,41°C adsorpsiyon sıcaklığı olan optimum proses koşullar altında belirlendi. MKT temelli YYM kullanılarak bulunan optimum adsorpsiyon koşulları altında, gaz fazındaki benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 382,10 mg/g olarak tespit edildi. Optimum koşullar altında yapılan doğrulama deneyi ile benzen için maksimum adsorpsiyon kapasitesi 380.58 mg/g olarak bulundu.

KAYNAKLAR

[1] J.S. Suleiman, B. Hu, H. Peng, C. Huang, Separation/preconcentration of trace amounts of Cr, Cu and Pb in environmental samples by magnetic solid-phase extraction with Bismuthiol-II-immobilized magnetic nanoparticles and their determination by ICP-OES, Talanta 77 (2009) 1579-1583.

[2] S. Tural, M.Ş. Ece, B. Tural, Synthesis of novel magnetic nano-sorbent functionalized with N-methyl-D-glucamine by click chemistry and removal of boron with magnetic separation method, Ecotoxicology and environmental safety 162 (2018) 245-252.

[3] J. Wang, S. Zheng, Y. Shao, J. Liu, Z. Xu, D. Zhu, Amino-functionalized Fe3O4@ SiO2 core–shell magnetic nanomaterial as a novel adsorbent for aqueous heavy metals removal, Journal of colloid and interface science 349 (2010) 293-299.

[4] X. Bao, Z. Qiang, J.-H. Chang, W. Ben, J. Qu, Synthesis of carbon-coated magnetic nanocomposite (Fe3O4@ C) and its application for sulfonamide antibiotics removal from

water, Journal of Environmental Sciences 26 (2014) 962-969.

[5] M. Bystrzejewski, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, W. Kaszuwara, A. Huczko, H. Lange, Continuous synthesis of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles with a minimum production of amorphous carbon, Carbon 47 (2009) 2040-2048.

[6] X. Zhao, Y. Shi, T. Wang, Y. Cai, G. Jiang, Preparation of silica-magnetite nanoparticle mixed hemimicelle sorbents for extraction of several typical phenolic compounds from environmental water samples, Journal of Chromatography A 1188 (2008) 140-147.

[7] X. Zhang, B. Gao, A.E. Creamer, C. Cao, Y. Li, Adsorption of VOCs onto engineered carbon materials: A review, Journal of hazardous materials 338 (2017) 102-123.

[8] D. Saha, N. Mirando, A. Levchenko, Liquid and vapor phase adsorption of BTX in lignin derived activated carbon: Equilibrium and kinetics study, Journal of cleaner production 182 (2018) 372-378.

[9] C.S. Latchubugata, R.V. Kondapaneni, K.K. Patluri, U. Virendra, S. Vedantam, Kinetics and optimization studies using Response Surface Methodology in biodiesel production using heterogeneous catalyst, Chemical Engineering Research and Design 135 (2018) 129-139.

[10] S. Qu, J. Wang, J. Kong, P. Yang, G. Chen, Magnetic loading of carbon nanotube/nano-Fe3O4 composite for electrochemical sensing, Talanta 71 (2007) 1096-1102.

[11] S. Kutluay, O. Baytar, Ö. Şahin, Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for dynamic adsorption of benzene in gas phase onto activated carbon produced from elaeagnus angustifolia seeds, Journal of Environmental Chemical Engineering 7 (2019) 102947.

Green Chemistry and Nano Materials: Nano MoO_3 Production in Subcritical Water Medium

Erdal YABALAK

Mersin University, Faculty of Arts and Science, Department of Chemistry, Çiftlikköy Campus, *TR-33343, Mersin, Turkey*

Abstract

Nanomaterials have unique physicochemical properties due to their very small surface structure as well as their unique surface properties, chemical composition, size, solubility, etc. [1]. These properties, such as different conductivity, optical, precision and reactivity, enable them to be used in many fields of science and industry. However, the extraction or synthesis of nanomaterials using green chemistry is a new and unique approach in the field of nanotechnology. In this study, MoO_3 extraction was performed using an environmentally friendly subcritical water extraction method [2]. SEM images of extracted MoO_3 were taken and compared with images of untreated MoO_3. As shown in Figure 3, MoO_3 obtained by subcritical extraction did not show a homogeneous distribution but was of nanoscale and hexagonal rod structure.

Keywords: Nano MoO_3, Subcritical Water, Green Chemistry

INTRODUCTION

Nanoparticles attract the attention of the scientific and industrial communities worldwide because of their unique physicochemical properties. What makes them attractive and indispensable are their unique properties such as surface, chemical composition, size, shape, crystal structure, solubility etc., which provides conductivity, optical, and reactivity characteristics [1]. The reduction in the size of nanoparticles leads to an increase in their solubility, thus in their bioavailability in body fluids [2]. Nano materials have started to play an important role in many research and manufacturing areas such as pharmaceutical, cosmetics, biochemical, electric materials, solid oxide fuel cells, catalysts, etc. [3-4].

Though several conventional methods such as sol-gel, precipitation, spray drying and combustion process have been reported for designing of some metal oxides nanoparticles in literature, it is of great importance to take advantage of the environmentally friendly nature of subcritical water and to combine nanoparticle synthesis with green chemistry [2, 4,5]. Subcritical water is a pressurized hydrothermal process based on the use of water heated between 373-647 K and pressurized enough to maintain it at liquid phase under applied temperature [5, 6]. Thanks to the unique physicochemical properties, many studies in different areas such as synthesis, degradation, solubility, extraction, etc. have been performed in the subcritical water medium [6-10].

MoO_3 and its compounds have unique optical and structural properties due to their extraordinary physical and chemical properties at nano-size and are therefore used in many areas, particularly in catalysis [5, 11]. Its wide band gap provides superior properties in the catalysis, as well as its photo-chromic, electro-chromic and thermo-chromic properties, provide a wide usage in display materials, sensors, lubricants, solar cells and battery systems [5,7]. To the best of my knowledge, there is no work reporting subcritical water extraction method (SWE) in the extraction of MoO_3. Herein, this work has focused on the production of nano-sized MoO_3 using commercial MoO_3 in SWE method.

MATERIALS AND METHODS

Materials

MoO_3 was supplied from Merck (Darmstadt, Germany), ultra-pure water was prepared using Millipore Milli-Q Advantage A10.

Instruments

Teledyne ISCO 260 D series syringe pump system (USA) equipped with the home-made oven was used to deliver water and to provide required pressure as well as heating the extraction cell. An empty cylindrical HPLC column (75 mm × 4.6 mm i.d.) was used as extraction cell, Electro-Mag M 420 P oven (Turkey) was used for the drying process. Zeiss, supra 55, scanning electron microscope (SEM) was used for micro-structure imaging.

SWE Method

SWE method, which was reported in the previous work using the syringe pump experimental set-up, was carried out after some adaptations as briefly given below [12]. Firstly, an empty cylindrical HPLC column, which was used as an extraction cell (Figure 1), was filled with 1.25 g of commercial (untreated) MoO_3. Next, both ends of the cell were sealed using covers with self-filter with a pore diameter of 0.45 μm. Then, the cell was placed into the oven, connected to the syringe pump system, the exit valve was closed. After that, it was pressurized by water up to 30 bar during the rise of the temperature of the oven. After the temperature reached 423 K, the cell was allowed to stand at constant temperature and pressure for 30 min to dissolve the MoO_3 in the cell in water under subcritical conditions. Finally, the exit valve was opened and the extract was collected under constant temperature. However, the pressure was gradually increased to the final 80 bar in order to provide the flow of the extract and prevent particles from clogging pores. Thereafter, the solvent (water) of the 100 mL of collected extract was evaporated in the oven set to 368 K. Dried MoO_3 sample was weighed and kept for further stages.



Figure 1. Extraction cell used in the SWE

Surface characterization method

Surface characterization of untreated MoO_3 and nano MoO_3 was studied using SEM at high vacuum (3.83×10^{-4} Pa) and 20.0 kV electron high tension.

RESULTS and DISCUSSION

The extracted MoO_3 was found to be 0.121 ± 0.017 g in 3 repetitive extraction experiments using 100 ml of water under SWE conditions (423 K and 120 bar pressure). SEM imaging of obtained MoO_3 and untreated MoO_3 was carried out. Considering figure 2, heterogeneous distribution with a particle size of μm scale is seen for untreated MoO_3. However, figure 3 demonstrates that nanoscale MoO_3 (300-500 nm in diameter and several micrometers in length) was obtained with hexagonal rods structure.

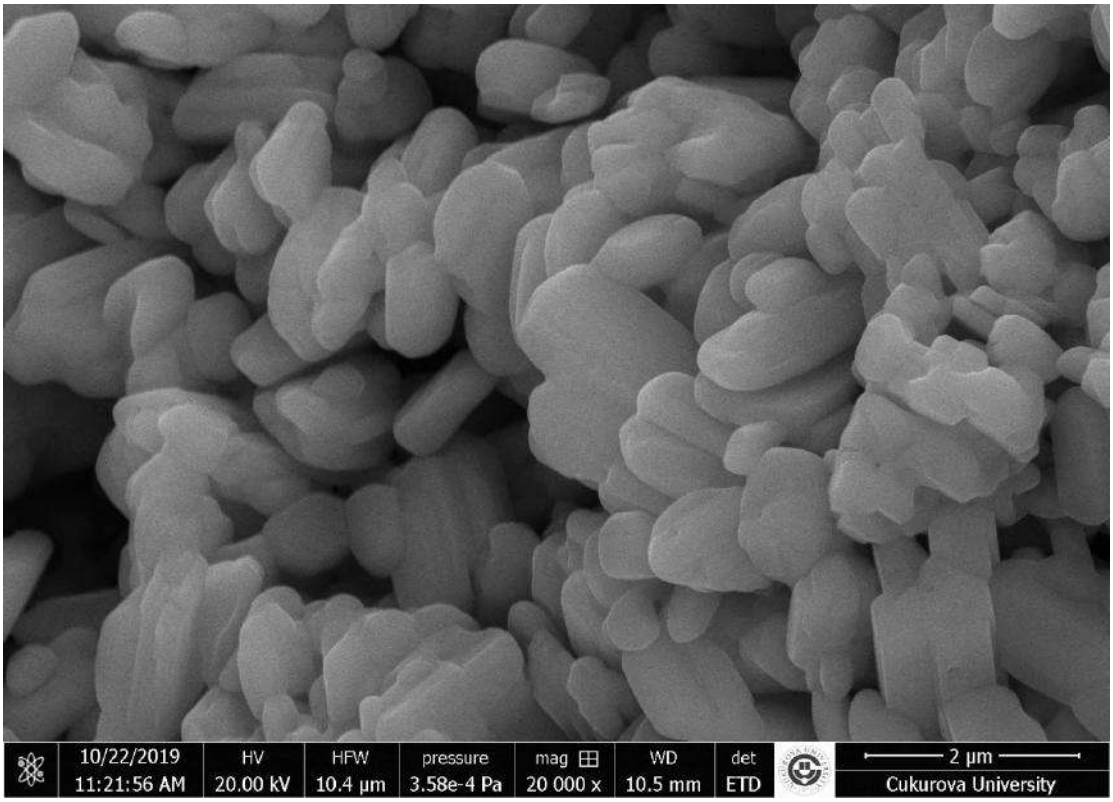


Figure 2. SEM image of untreated MoO_3

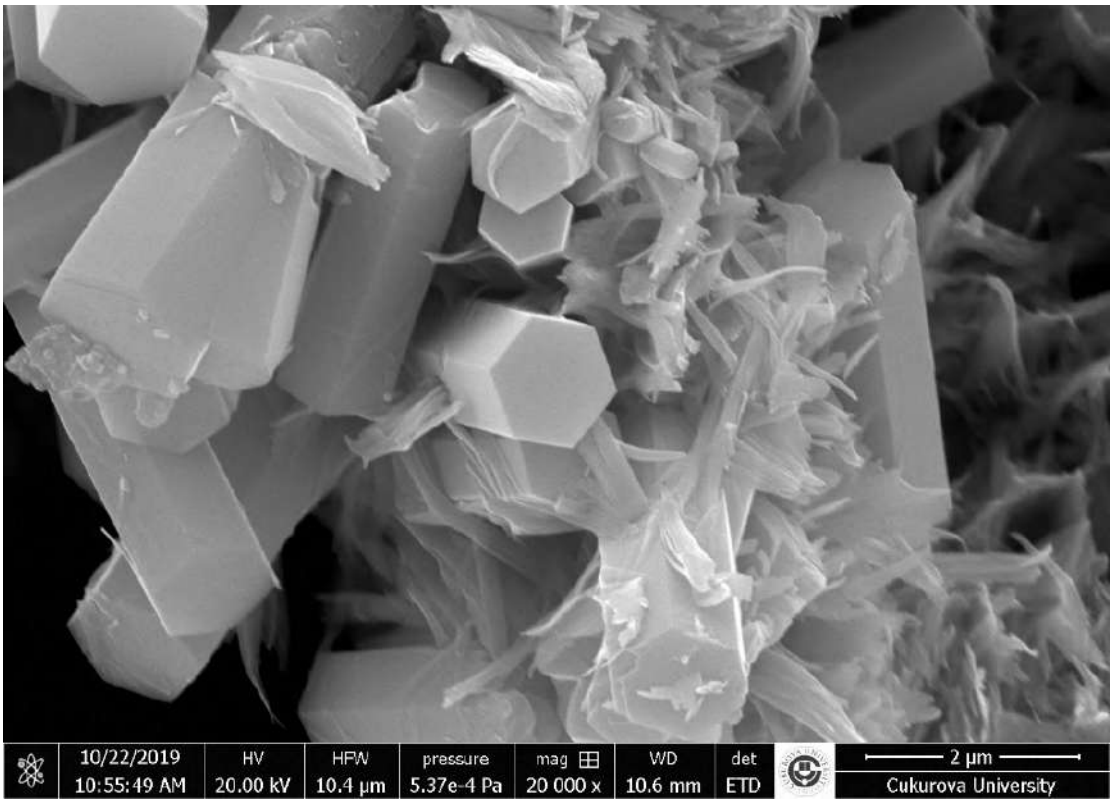


Figure 3. SEM image of Nano MoO_3 extracted by subcritical water extraction method.

CONCLUSION

Though heterogeneous distribution was obtained in the extracted MoO_3, it is noteworthy to obtained nanoscale MoO_3 with hexagonal rods using SWE, which a method covered by Green Chemistry. In addition, homogenous distribution, as well as smaller size nanoparticles formation, should be the subject of further studies. Considering its catalytic effect in degradation studies, its effect on degradation in subcritical water conditions should be examined.

REFERENCES

[1] https://archive.epa.gov/nrmrl/archive-std/web/html/green_chem_nano.html

[2] Dalvi V.S., Mukhopadhyay M., A novel process for precipitation of ultra-fine particles using sub-critical CO_2, *Powder Technol.*, 195 (2009) 190-195.

[3] Jung, J., Perrut, M., Particle design using supercritical fluids: literature and patent survey, *J. Supercrit. Fluid.*, 20 (2001) 179-219.

[4] Masoodiyeh, F., Karimi-Sabet, J., Khanchi, A.R., Mozdianfard, M.R., Zirconia nanoparticle synthesis in sub and supercritical water-particle morphology and chemical equilibria, *Powder Technol.*, 269 (2015) 461-469.

[5] Chithambararaj, A., Chandra Bose, A., Hydrothermal synthesis of hexagonal and orthorhombic MoO_3 nanoparticles, *J. Alloys Compd.*, 509 (2011) 8105-8110.

[6] Yabalak, E., Degradation of ticarcillin by subcritical water oxidation method: Application of response surface methodology and artificial neural network modeling, *J. Environ. Sci. Health, A*, 53 (2018) 975-985.

[7] Manivel, A., Lee, G.J., Chen, C.Y., Chen, J.H., Ma, S.H., Horng, T.L., Wu, J. J., Synthesis of MoO_3 nanoparticles for azo dye degradation by catalytic Ozonation, *Mater. Res. Bull.* 62 (2015) 184-191.

[8] Yabalak, E., An approach to apply eco-friendly subcritical water oxidation method in the mineralization of the antibiotic ampicillin, *J. Environ. Chem. Eng.,* 6 (2018) 7132-7137.

[9] Yabalak, E., Emire Z., Investigation of Antioxidant Activity of Aqueous Extracts of Paeonia Arietina Leaves Extracted by Subcritical Water Extraction Method, 4th International conference on advances in natural and applied sciences (2019).

[10] Teğin, İ., Yabalak, E., Sadik, B., Fidan, M., evaluation of chemical content and radical scavenging activity of Allium Vineale L. extract and its elemental analysis, *Rev. Roum. Chim.*, 64 (2019) 673-679.

[11] Deguchi, S., Ogawa, M., Nowak, W., Wesolowska M., Miwa S., Sawada, K., Tsuge, J., Imaizumi, S., Kato, H., Tokutake, K., Niihara, Y., Isu, N., Development of super- and sub-critical water annealing processes, *Powder Technol*., 249 (2013) 163-167.

[12] Yabalak, E., Gizir, M., Subcritical and supercritical fluid extraction of heavy metals from sand and sewage sludge, *J. Serb. Chem. Soc.*, 78 (2013) 1013-1022.

Ergonomic Appearance of Chainsaw Operators in Forest Harvesting

Prof. Dr. Metin TUNAY
Bartın University, Faculty of Forestry 74100 Bartın, Turkey

1. Introduction

The fact that human body is not appropriate for hard work and human power falls short to do such kind of work requires technological developments. Forest operations differ greatly from industrial works in terms of ergonomics. Mechanization of forest operations has increased productivity since it has accelerated some phases of operations. Although there has been no physical development in human body, there have been lots of technological developments especially in this century. Forestry in Turkey appears to be one of the most hazardous occupations with frequent and severe accidents and many diseases. The improvement of safety, health, well-being and efficiency is a basic condition for prosperity, and ergonomics is a very important tool for this. Chainsaw work is both physically arduous and potentially dangerous. A contributing factor to the high injury rate of loggers could be the high physiological and biomechanical load of chainsaw work.

Forest operations vary (felling, delimbing, logging etc.) and they are performed in different natural conditions (terrain, climate etc.) and with various instruments (chainsaw, axe etc.). Logging activities require considerable physical energy, particularly with motor-manual operations. Harvesting is far more hazardous than any other forest operation. Many logging systems in Turkey use crews composed of one chainsaw operator and two assistant employee to fell and delimb trees.

Forest-labor productivity is perceived to be lower in developing countries than in industrialized nations because of socio-economic, cultural, and environmental factors that influence working and living conditions. Physical work is performed as a result of muscle action. A close relationship between heart rate and oxygen consumption, with the rate increasing in proportion to work intensity. Therefore, the physical workload can be estimated by comparing heart rates measured at rest and while working. Thus, the higher the rate, the greater the physiological workload. To efficiency supply oxygen to the body, the average heart rate during work should not exceed 40% of the range between the individual worker's resting rate and its maximum recorded under stress. It is the circulatory system that carries the food which is the energy source of the body to muscles. An increase in the consumption of energy is met by an increase in heart rate. So, there is a strong relation between heart rate and energy consumption. Efforts to measure heart rate (taking the pulse) have proven to be one of the most useful ways to assess cardiovascular load because it can be done so easily.

Machines that can fell and delimb trees exist, however they are expensive and complex. These machines are used in developed countries. Motor-manual systems continue to be used to felling and delimbing in Turkey. It is therefore desirable to investigate opportunities to reduce the physiological workload of loggers working with chainsaws.

The two most common methods of measuring physiological workload are by oxygen consumption or direct heart rate monitoring. The measurement of oxygen consumption in the field presents problems of both practically and validity. To measure oxygen consumption the subject must wear a mask which may be uncomfortable to wear and also impede their performance, and therefore means that true readings may not be obtained. Direct measurement of heart rate on the other hand can be reliably undertaken with little or no

interference to the operator or their work cycle. Additionally, heart rate has the ability to measure total strain, unlike oxygen consumption which only measures energy expenditure. Accordingly, heart rate data collection techniques were used to estimate the physiological workload of the subjects during the particular study.

The purpose of this investigation was to compare the cardiovascular workload imposed by felling and delimbing with chainsaws in the steep terrain. During the operations with chainsaw in the forest, heart rate values of chainsaw operators and assistant employees which are the indicators of workload were measured. Then, factors which have effects on the physical workload in forest operations were evaluated.

2. Material and Method

The work should have no negative impacts on workers' health and it should provide them a dignified life in old age. Within this context, the ergonomics as a science and a profession adjusts work to workers so as to reduce difficulty and harmfulness of work by providing adequate work efficiency, which is reflected in a reduced level of illnesses or injuries at work. Physiological workload is a parameter which shows the pressure that the worker encounters during working based on the heartbeat frequency during working. This study was carried out during the phase of felling trees in stand and transporting them near the forest road. During the operations of chainsaw operators and assistant employees (1+2), measurements and examinations were carried out.

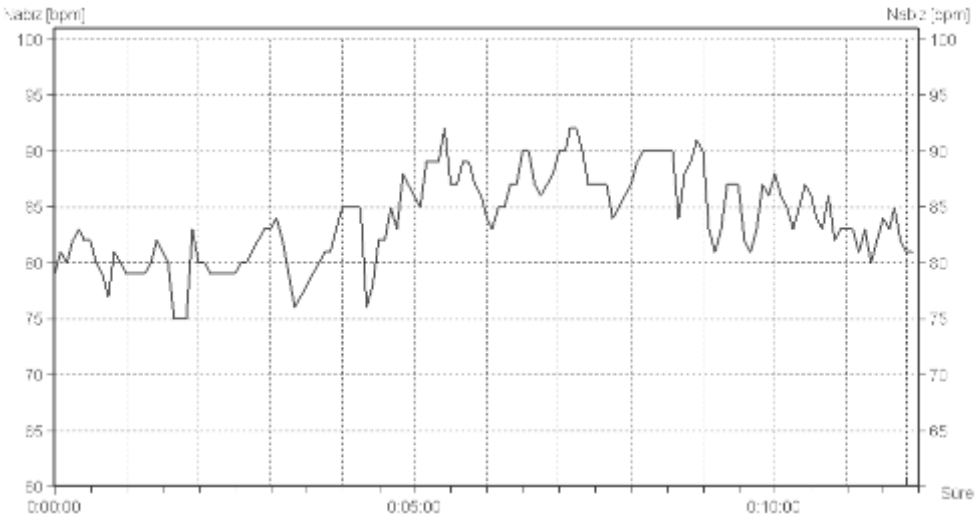


Figure 1. Heartbeat change during operation of chainsaw operator

In wood production operations, in order to find out the factors that affect workload; working area, social situation, anthropometric etc. characteristics of chainsaw operators and assistant employees working in different regions were determined. Altitude (Al), temperature (Te), relative humidity (Rh), wind velocity (Wv), pressure (Pr), slope (Sl), ground hindrance (Gh=1: high hindrance, 2: hindered, 3: low), light (Li), noise (Ns), daily working time (Dw), duration of lunch break (Lb), duration of total breaks (Db), total years worked (Tw), age of the worker (Ag), educational status (Es=1: literate, 2: primary school, 3: secondary school, 4: high school, 5: university), number of persons in the family (Fp), working time within the year (Wm), smoking status (Sm=1: smoking, 2: not smoking), alcohol consumption (Ac=1: drinking, 2: not drinking), stature (St), eye height (Eh), shoulder height (Sh), waist height (Wh), knee height (Kh), shoulder breadth (Sb), shoulder-elbow length (Se), elbow-fingertip

length (Ef), upper limb length (Ul), chest depth (Cd), body weight (Bw), heart rate while working (Hr) and heart rate while resting (beats/min) were all measured. With the help of the data obtained, workload of chainsaw operators and assistant employees were shown comparatively.




Figure 2. Felling and delimbing

Apparently healthy males from the logging industry were experienced chainsaw operators who had worked under normal logging conditions in Turkey forests. Heart rates which indicate the physical workload of workers were measured both at rest and while working. Heart rates were measured at one-minute intervals for workers both at rest and while working continuously in normal operations. A Polar S610i heart rate monitoring system was used. The chainsaw operator rested for 10 minutes to obtain a pre-work heart rate. Working heart rate was determined as the chainsaw started felling and delimbing. Heart rate was recorded throughout the study period. These heart rate responses have been expressed as a proportion of heart rate range (%ΔHRratio-Physiological load).

$$\%\Delta HR_{ratio} = \frac{HR_{work} - HR_{pre\text{-}work}}{HR_{maximum} - HR_{pre-work}} \times 100$$

HR_{work} : Heart rate while working
$HR_{pre\text{-}work}$: Heart rate before working, while resting
$HR_{maximum}$: 220 - age (year), maximum heart rate adjusted for age

Table 1. Severity of Work in terms of VO_2, Heart rate, and Energy expenditure*

Work severity	VO_2 (L/min)	Heart rate (Beats/min)	Energy expenditure (kcal/min)
Light work	< 0.5	< 90	< 2.5
Moderate work	0.5-1.0	90-110	2.5-5.0
Heavy work	1.0-1.5	110-130	5.0-7.5
Very heavy work	1.5-2.0	130-150	7.5-10.0
Extremely heavy work	> 2.0	150-170	> 10.0

* Adapted from Astrand et al. (2003)

3. Findings

The table 2. was prepared to show the workload of chainsaw operators and assistant employees. In the table, heart rates while working, change limits, %ΔHRratio, average age of workers and heart rates at rest are all displayed.

Table 2. Average and Range of Heart Rates for Forest Workers

	Chainsaw operator	Assistant employee
Heart rate ± SD	115±7	91±8
Range	103-130	75-106
%ΔHRratio	42	17
Age	46	38
Resting Heart rate	73	72

Heart rates at rest were found to be 72-73 per minute. In general, heart rates at rest ranges from 60 to 75. As can be understood from the table, the work of chainsaw operators is involved in the heavy workload (heart rate:115) group. Also, the work of assistant employees is involved in moderate workload (heart rate: 91) group. %ΔHRratio of chainsaw operators was found to be over 40%, which is the limit for chainsaw operations. The findings obtained in this study are similar to those of other studies in the world.

The highest positive correlations among variables which affect the operator and the assistant employee in terms of ergonomics in chainsaw operations are between anthropometric dimensions (stature and eye height (r=0.969), stature and shoulder height (r=0.894), shoulder height and eye height (r=0.890), heart rate and noise (r=0.841)). This is a natural case. These anthropometric values concerning length have a close relation with each other. That heart rate correlates high to noise results from chainsaw operations. Heart rates are high because operators are exposed to much noise, they are affected by vibration and the weight of the chainsaw and they don't wear protective equipment. Physical and mental workload depends on factors such as age, sex, body size, health, nutritional status and training.

4. Conclusions

Felling trees is a high intensity physical work and a dangerous activity that requires training, personal protective equipment, and continual attention. Many factors can influence a worker's capacity to carry out physical work. Some of the more common personal factors are stature, body weight, age, alcohol consumption, tobacco smoking and training. In this study, it was determined that the operations of chainsaw operators were classified as heavy work, and the operations of assistant employees as moderate work in terms of physiological workload. The most important factors that have influence on physiological workload are stature, terrain conditions, daily working time, body weight, age, noise, humidity and harmful habits.
Negative impacts can be witnessed on the health of forest workers due to abnormal changes in values which can take place in the heartbeat values of workers from time to time. Considering that heartbeat values are affected by such factors as age, height and weight, it must be ensured that workers use tools and machines which are suitable for themselves; thus, possible workload pressure on workers can be prevented.

During harvesting, accidents most often occur when felling trees, the main reason being an interaction with parts of trees. To reduce the risk of accidents during harvesting, fellers must be properly trained, and the contents and emphasis of trainings must be different for professional and non-professional fellers, beginners and experienced workers. The level of harvesting mechanization and control must be increased and employee turnover reduced. Fellers must be physically and mentally fit to adapt to changing working conditions, because

even experienced workers cannot anticipate all dangers. Immediately before the harvesting starts, a felling plan must be prepared in compliance with working conditions hazards. Efforts to improve the safety during felling are also made by developing new methods and auxiliary tools for directional tree felling, since the studies show that the positioning of workers in the danger zone is one of the major factors causing lethal accidents. It is possible to reduce the risk of a kickback during cross-cutting with chainsaw by applying caution according to types and state of tree, right selection of chainsaw power and the length of the plate, the selection and maintenance of chain and its tension, and with efficient chain brake.

References

Abeli W.S., 1991. Ergonomics Teaching Manual for Forestry Students. Department of Forest Engineering, Sokoine University of Agriculture. 118 p.

Aput E., Valdes S., 1994. Physical Workload and Output for Planting on Grounds with Different Slopes. Seminar on Forest Operations Under Mountainous Conditions. Harbin, P.R. of China.

Astrand P., Rodahl K., Dahl H.A., Stromme S.B., 2003. Textbook of Work Physiology, Physiological Bases of Exercise. Human Kinetics, Canada.

Bridger R.S., 1995. Introduction to Ergonomics. McGraw Hill, inc.

Grandjean E., 1980. Fitting the Work to the Man: An Ergonomic Approach. Taylor and Francis Ltd., London.

ILO 1991. Fitting the Job to the Forest Worker, ILO publication, 129 p. Geneva.

Kirk P.M., Sullman M.J.M., 2001. Heart Rate Strain in Cable Hauler Choker seter in New Zealand Logging Operations, Applied Ergonomics, 32, 389-398.

Parker R., Sullman M., Kirk P., Ford D., 1999. Chainsaw Size for Delimbing, Ergonomics Vol.42 No.7 p.897-903.

Sabancı A., 1999. Ergonomi, Baki Publications, Turkey,. 592 p.

Seixas F., 1995. Evaluation of Job Rotation Effects on Chain Saw Operators. Journal of Forest Engineering, 6, no: 2. pp 59-63.

Shemwetta D., Ole-Meiludie R., Silayo A.D., 2002. The Physical Workload of Employees in Logging and Forest Industries, Wood for Africa Forest Engineering Conference. South Africa.

Strehlke B., 1983. Working and Living Conditions of Logging Workers. In: Proceedings of a Seminar on “Ergonomics Applied to Logging”, FTP Publication No: 18 Delira Dun, India. 82-86.

Melemez K., Tunay M., 2010. Determining Physical Workload of Chainsaw Operators Working in Forest Harvesting, Technology, 13(4).

Trites D.G., Robinson D.G. and Banister E.W. 1993. Cardiovascular and Muscular strain During a Tree Planting Season among British Colombia Silviculture Workers, Ergonomics, 36, 935-949.

Çalışkan E., Çağlar S., 2010. An Assesment of Physiological Workload of Forest Workers in Felling Operations. African Journal of Biotechnology, 9(35).

Potočnik I., Poje A., 2017. Forestry Ergonomics and Occupational Safety in High Ranking Scientific Journals from 2005-2016, Croatian Journal of Forest Engineering 38(2).

Vitalis A., Gaskin J.E., Jeffrey G., 1986. The Physiological Cost of Work – An Ergonomics Approach. LIRA Report No: 11 Vol:9.

Determination of the Gas Effects Causing Damages on Forests

Prof. Dr. Metin TUNAY, Esin BALCI
Bartın University, Faculty of Forestry 74100 Bartın, Turkey

1. Introduction

Detection of the gas damage caused by industrial organizations with the help of remote sensing data such as aerial photographs and satellite images provides a basis for understanding the environmental pollution in the existing forest areas, determining their extent, and conducting pollution prevention studies. In this study, air pollution caused by an iron and steel plant in Karabuk between 1980-2005 and to what extent it affected the individuals in the regional forests has been examined through remote sensing data and complementary terrestrial studies.

In dry air, dust and gases hang in the air for a period of time then they kept and accumulated in the forest ecosystem, particularly by trees, and by the lower flora and soil. In rainy weather, harmful substances in the air and dry substances that have accumulated in the ecosystem are carried to the depths of the soil by rainwater. The basic air pollutant (SO_2) gas is dangerous to plants. A small amount of SO_2 (0.1–0.3 ppm) is harmful to the plant in the long term. This situation has a chronic effect on plants. Chlorosis causes decrease in photosynthesis, growth retardation, and scarcity of product. The cause of color change in assimilation organs is explained as follows. SO_2 gas reacts chemically with iron in assimilation organs and thus chlorophyll decomposes. Apart from that, it changes the chemical structure of chloroplasts, disrupts the colloidal balance in the cell, and causes the stomata not to work properly. As a result, transpiration increases and CO_2 intake decreases.

The signs of gas damage detected on the infrared films are particularly the harm on plant leaves. As a result of this damage, the intercellular spaces that are abundantly present in the mesophyll layer of the leaves are reduced. Leaves are depicted in various colors according to the degree of change occurred in their structure due to causes such as gas and insects. The portrayal of objects in this way allows small damage to become easily visible. However, the accuracy of interpretations should be ensured through terrestrial checks.

With today's high resolution satellite images, gas damage is easily detected on a stand and single tree basis. The use of satellite images with high terrestrial resolution in the detection of gas damage in the stands makes it easier to see the color change clearly in the studies on a single tree basis. However, terrestrial data are very important in such studies. It is necessary for the results obtained to be supported by terrestrial data.

2. Material and method

Karabuk is situated in Turkey's western Black Sea region, between the 41° 02 ' 25 "- 41° 11' 35'northern latitudes and 32° 27' 05"-32° 40 ' 28 "eastern longitudes. Karabuk Iron and Steel Works has been established 300 meters above sea leavel, in the valley where the Soganlı and Arac streams meet. The area within the boundaries of the Keltepe Forest Sub-district Directorate has been chosen as the examination area in the the dominant wind direction (Southwest, Northeast).

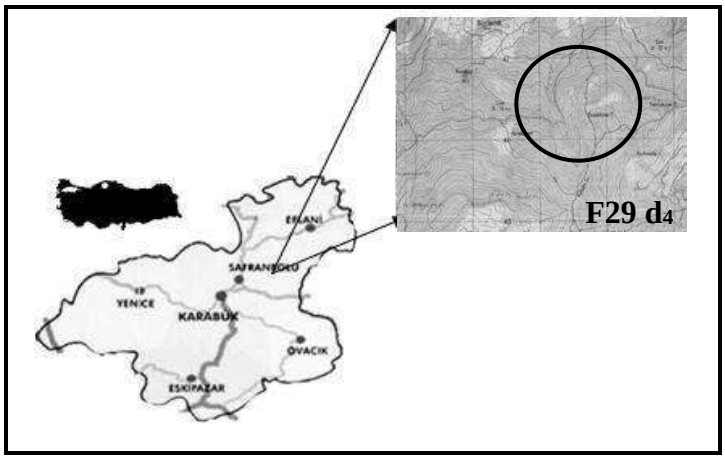


Figure 1. Study area

Topographic maps numbered ZONGULDAK-F29-d1 and ZONGULDAK-F29-d4 with a scale of 1/25,000 were used to identify the areas most affected by air pollution. In addition, the forest management plan and stand types map of the Keltepe Forest Sub-district Directorate were also utilized. In the study area, 20 different-aged, diseased fir trees were detected and their ages were found by increment borer. In this study, to compare the detected dimensions of the gas damage, measured SO_2 data were needed and therefore the data of the project conducted by Zonguldak Karaelmas University, Karabuk Technical Education Faculty, Marmara University Technical Education Faculty, and supported by the State Planning Organization were utilized.

Received from the Forest Map and Photogrammetry Directorate of the General Directorate of Forestry and covering the study area, aerial photographs numbered 4106, 4107 of the 1984 flight and aerial photographs numbered 95, 96 of the 1995 flight were utilized. The aerial photographs were interpreted with the help of mirrored stereoscopes. Through the interpretation and evaluation of infrared color films, the communities of plants affected, sick, or dead for various reasons (gas, insect, etc.) are recognized and distinguished. The reason behind this is that the different emission values of needles and leaves can be detected as different gray tones in infrared black and white or colorful intakes. Leaves reflect infrared rays to a great extent. This is related to leaf tissue. The intercellular spaces present in the mesophyll layer in the leaf tissue reflect infrared rays to a great extent. In the research area, the characteristics of diseased and healthy trees regarding their appearance on the photographs were determined with a stereoscopic view as a single tree.

In black-and-white infrared films, healthy-unhealthy individuals were identified according to gray-tone differences. In colored aerial photographs, this distinction was determined by the color mixtures of three main colors (blue, green, red) that constitute colored aerial photographs. Given the human eye's sensitivity to color, colored aerial photographs are very important in photographic interpretation. Healthy trees are perceived as red or yellowish red in colored aerial photographs. Unhealthy individuals on the other hand are perceived as green, blue, gray-brown, greenish gray, brownish redbud, and redbud according to the degree of damage. In addition, Landsat 5 TM satellite images dated 25.07.1987 and 12.07.2000 were used to detect the existing gas damage from satellite images.

To examine the effect of gas damage on the increase, 20 damaged stand specimens of Abies bornmülleriana (fir) were found in the research area. Conifers are very sensitive to SO_2. Abies bornmülleriana was chosen as the tree species with respect to sensitivity to gas damage. In order to determine the extent to which the sample trees are affected as a result of the air pollution, the annual increments were determined and the annual increment curve was viewed.

Coniferous species are observed in dark tones in infrared black-and-white intakes due to the lack of intercellular spaces in their leaf tissue. Firs selected as the sample trees were identified in dark tones due to their needles. The healthy-unhealthy distinction of fir trees detected in the effective area was made through different gray tones among the individuals identified. There were some difficulties encountered in the identification and healthy-unhealthy distinction of the fir tree, which reflects in dark tones, due to the shadow element.

Considering the sensitivity of the human eye to color, the interpretation and information extraction of the colored infrared photographs of 1995 was conducted more easily compared to the black-and-white infrared photographs. The identification of the fir tree within the effective area was done easily. The distinction between healthy and unhealthy fir trees within the research area was made according to color tones. While healthy fir trees are seen in a red tone, unhealthy individuals are identified in brownish red, yellowish red tones.

In the one-on-one interviews held with people who lived in the region, it was emphasized that the red/yellow visual pollution in the air was insignificant between 1970-1990 before the korf system was activated, and that the red/yellow mixture visual pollution increased with the introduction of the Kardemir korf system.

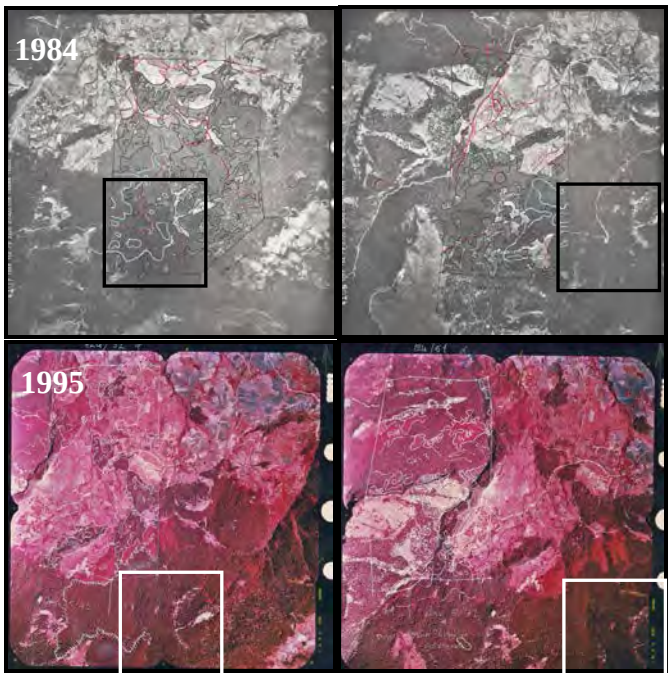


Figure 2. Aerial photographs of the 1984 and 1995 used in the study and the effective area

The minimum diameter increment occurred between 1970-1990, showing a development of about 0.1-0.5 mm. During this time period, the korf system caused a very high concentration of red/yellow mixture PM emissions (iron oxide, sulfur oxide). With the

deactivation of the korf system in 1995, a reduction in PM emissions has been observed. This decrease was also reflected in the diameter increment. In 1995, an increase in the diameter was observed compared to previous years.

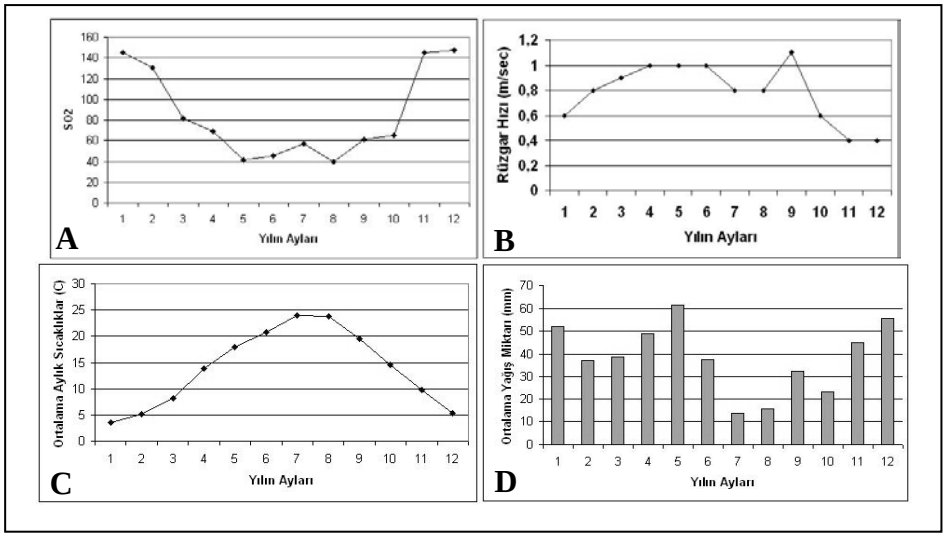


Figure 3. SO_2 measurement values of Karabük province (μ/m^3) (A); Average wind speed values (B); Average temperature values (C); Average rainfall (D)

It has been observed that trees exposed to gas damage start to first dry out from the top, and later the branches and shoots die, turning the tree into a skeleton.

Landsat 5 TM satellite images of the region dated 1987 and 2000 were used to determine whether or not there was a visual difference. In this application, 6 different bands (except the thermal band) of the Landsat 5 TM satellite images dated 1987 and 2000 were compressed into 3 different bands using the Principal Components Transformation, which is an enrichment technique. From the image obtained using all three bands, the test area where gas damages were detected as individual or locally clustered were extracted as polygon using the relevant remote sensing software. There was no visual difference determined between the two images in the test area. For this reason, the spectral reflection values between the two images were extracted using the relevant software. Detecting a difference using DNs was attempted. The t-test was performed to determine whether there was a difference between the DNs in the test areas of the different two dated images. The mean, standard deviation, variance, and standard error values of a total of 363 spectral reflection values in the test area were calculated. As a result of the analysis made by assuming the different dated satellite images to be two factors, it was determined that there was a significant difference of 95% confidence level because the t-account value was higher than the t-table value. It was determined that the spectral reflection difference between 1987 and 2000 of the stands whose species and diversity are intact in the test area is caused by individuals whose natural structure was deteriorated due to various reasons including gas damage. PM emissions decreased with the deactivation of the korf system in 1995. The satellite images of 1987 and 2000 were preferred since they were the images taken after the korf system was activated and deactivated.

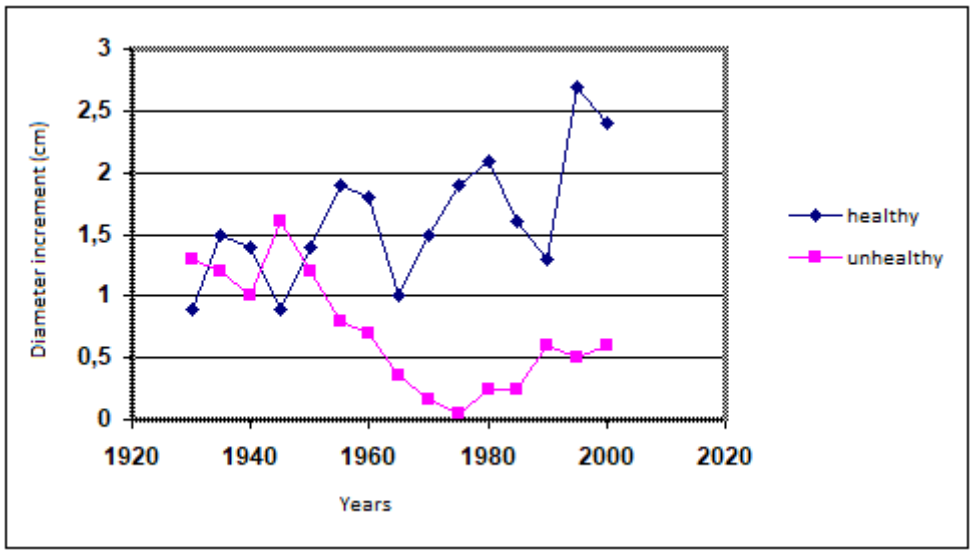


Figure 4. Comparison of diameter increment graphs of two healthy and unhealthy individuals (Abies bornmülleriana) exposed to gas damage

SO2 production was observed to be higher specifically in the January-February and November-December months. Sources of SO2 emissions in the winter are low quality fuels used for heating purposes, Kardemir A.S., rolling mills, and traffic density in some regions. Of the meteorological parameters, wind speed is the most effective in reducing pollution. In the months when wind speed is the highest, SO2 values are observed to be the lowest. With lower wind speed and the increase in fuel consumption for heating purposes due to low temperatures, SO2 pollution also increases. SO2 measurements in January, February, March, October, November, and December revealed that the average rainfall was also high.

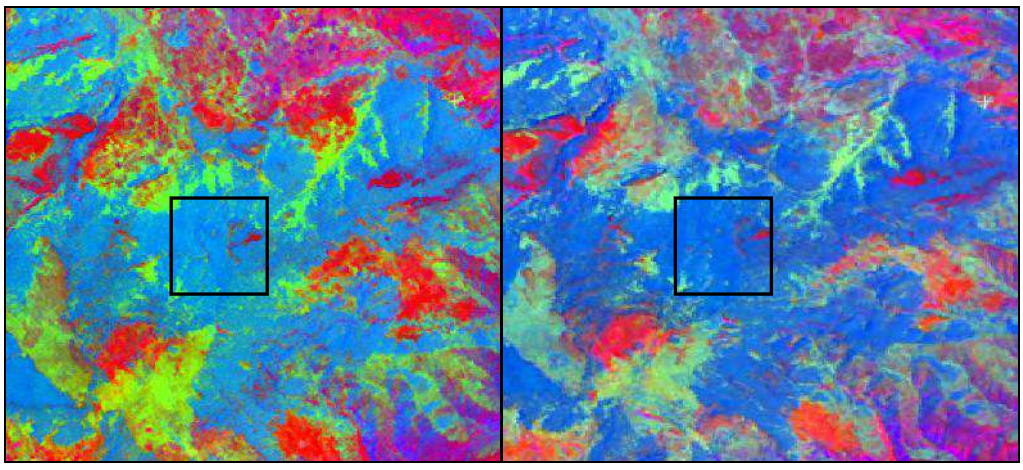


Figure 5. Landsat 5 TM satellite imagery of the 1987 and 2000 applied principal components transformation

Table 1. Statistical data on spectral reflection values of the test area in 1987 and 2000 satellite images applied PCA principal component analysis

Measured values	Mean	Std dev.	Var.	Std er.	Min	Max
1987 Landsat 5 TM (DN)	96,36	1,919	3,684	1,919	92,0	107,0
2000 Landsat 5 TM (DN)	73,0	3,150	9,923	3,150	67,0	87,0

3. Conclusions

Aerial photographs from 1984 and 1995 and satellite images from 1987 and 2000 were used to determine the gas damage in the research area and to compare the extent of the damage in terms of years. Particularly in the 1995 infrared colored photographs, individuals exposed to gas damage were clearly identified. In observational studies, aerial photographs taken at different times are needed. It is only in this way that the extent of damage on both dates is determined and compared with each other. In order to detect gas damage, high resolution satellite images are needed rather than medium resolution satellite images such as Landsat. Rather than aerial photographs taken on different dates, the use of high resolution satellite images which can provide snapshots in the desired time periods will provide more accurate results. As in the case of Karabuk, it is necessary to take the necessary precautions through time-wise monitoring of the gas damage in the existing forests.

Remote sensing data and techniques are an important tool for the restoration of the current ecosystem balance in terms of recovering the damaged ecosystem that is destroyed due to various reasons such as gas damage. A stand or each diseased individual in the stand that is harmed as a result of gas damage becomes vulnerable to external secondary damages (insects, fungi, etc.). This can lead to the destruction of gas-damaged trees more quickly, resulting in individual damages turning into mass damages and increasing destruction areas.

References

Akça A., 1976. Hava Fotoğrafı Alımlarında Kullanılmakta Olan Filimler ve Bunların Ormancılık Amacıyla Hava Fotoğrafı Değerlendirilmelerindeki Önemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B.

Baysal A., 1992 Hava Kirliliğinin Ekosistemlere Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Semineri.

Chiras D.D., (1994) Environmental Science Action For a Sustainable Future. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc., California.

Çepel N., Dündar M., Ertan E., 1980. Samsun Gelemen Orman Fidanlığında Görülen Duman Zararları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A.

Erdin K., 1983. Ormancılıkta Uzaktan Algılama ve Kızılötesi Renkli Filimler ile Gaz Zararlarının Saptanması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.

Eruz E., 1988. Orman Genel Müdürlüğü Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları, Araştırma Enstitüsü, İzmit.

Köse S., Cömert Ç., 1999. Ormancılıkta Foto Yorumlama, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 1 Artvin.

Müezzinoğlu A., 1983. Hava Kirliliği Kontrolü, Sanayi Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü (SEGEM) Seminer Bildirisi, Ankara.

Durkaya B., 2004. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (Pinus sylvestris L.)- Uludağ Göknarı(Abies bornmülleriana Mattf.)- Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Karışık Meşcerelerinde Artım-Büyüme İlişkileri. Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Wullschleger E., 1978. Die Abschatzung von Rauchschaden im Walde Schweiz. Zeitsch. für Forstwesen, 129.

Z.K.Ü. 2000. Karabük Hava Kirliliği Araştırması Sonuç Raporu, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Araştırma Fonu./ Devlet Planlama Teşkilatı, Proje No: 8, k123170, Karabük.

Geven F., 2017. Karabük İlinin Hava Kirliliği Analizi, Ankara Üniversitesi.

Hacısalihoğlu İ.Y., 1994. Karabük'te hava kirliliği. Türk Coğrafya Dergisi Sayı:29, İstanbul.

VERTICAL WIND TURBINE APPLICATION IN DOHA METRO, QATAR

Yasin Furkan Gorgulu[1,*], Mustafa Arif Ozgur[2], Ramazan Kose[3], Oguz Ozan Yolcan[4]

Research Assistant (Araştırma Görevlisi)[1], Professor (Profesör Doktor)[2], Professor (Profesör Doktor)[3], Research Assistant (Araştırma Görevlisi)[4]

[1,2,3,4] Department of Mechanical Engineering, Kutahya Dumlupinar University, Kutahya, Turkey

ABSTRACT

In this study, a large amount of air flow is observed in "Doha Metro" which is created by the movement of the trains. Therefore, it is thought that waste but a new potential is that it can be used in generating electrical energy. In literature, similar studies have been found which are located in India, the US and China. However, this project differs from others with various preferences such as the sites of turbine location and type. Vertical wind turbines are planned to be installed in spots in which air properties such as pressure, velocity and air flow are at their highest values. The turbines are considered to be installed on inner surface of the tunnel walls just between the train and the tunnel. For the study, Doha Metro's Red Line has been chosen as a reference line which has the most potential when it is compared to other lines. Energy generation has been computed and the turbines have been installed to the cross-sectional area theoretically. Considering the actual industrial average price of electrical energy in Qatar, the financial value of the energy generation has been calculated and a feasibility study has been done.

Keywords: IRR, metro electricity generation, wind power.

1. INTRODUCTION

1.1. Energy Outlook in Qatar and Aims of the Study

Considering the energy outlook of Qatar, foremost natural gas and oil were the primary energy sources for electricity generation in 2018 and only small amount of electricity was generated by the renewable energy which is 1% [2]. In the future, due to the depletion of fossil fuels Qatar may become dependent to other countries in terms of energy source imports. In order to outcome these threats, new potential sources might be used. This study focuses on using existing but not used potentials. Idea is to generate electricity using the movement of the trains. The main aims of the study are uncovering the hidden potentials and raising the awareness all around the world.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Doha Metro and Defining the Pilot Line

Doha Metro has been taken as the reference metro company. It has been chosen depending on various features. One of them is convenience in finding official data about the metro company.

The selection of the pilot line (Red Line) has been done depending on several features which might affect the effectiveness of the energy generation positively or negatively.

Table 2.1 Numerical Values of the Doha Metro and the Red Line [3]

Line	Colour	Inaugural date	Length	Stations	Termini	Current Stock	Status
Red Line		08.05.2019	40 km	18	Lusail Hamad International Airport Al Wakra	Mitsubishi Corporation and Kinki Sharyo	Al Qassar to Al Wakra now open. Hamad International Airport, Katara, Qatar University and Lusail stations expected to open in 2019. Lusail and Legtaifiya tram stations expected to open in 2020.
Green Line		Expected 2019	22 km	11	Al Riffa Al Mansoura	Mitsubishi Corporation and Kinki Sharyo	Undergoing final safety and security tests.
Gold Line		Expected 2020	14 km	11	Al Azizyah Ras Bu Aboud	Mitsubishi Corporation and Kinki Sharyo	
Total			76 km	40			

The features such as the length of the deep tube, annual train count, station number have been considered and "Red Line" that bears the highest energy generating capacity within. Furthermore, technical suitability of Red Line also supports the project. From the table 2.1, it can be seen that Red Line has a deep tube with the length of 40 km, 18 stations. What is more, rolling stock sizes of Red Line trains can be accessible (Table 2.1 and figure 2.1).

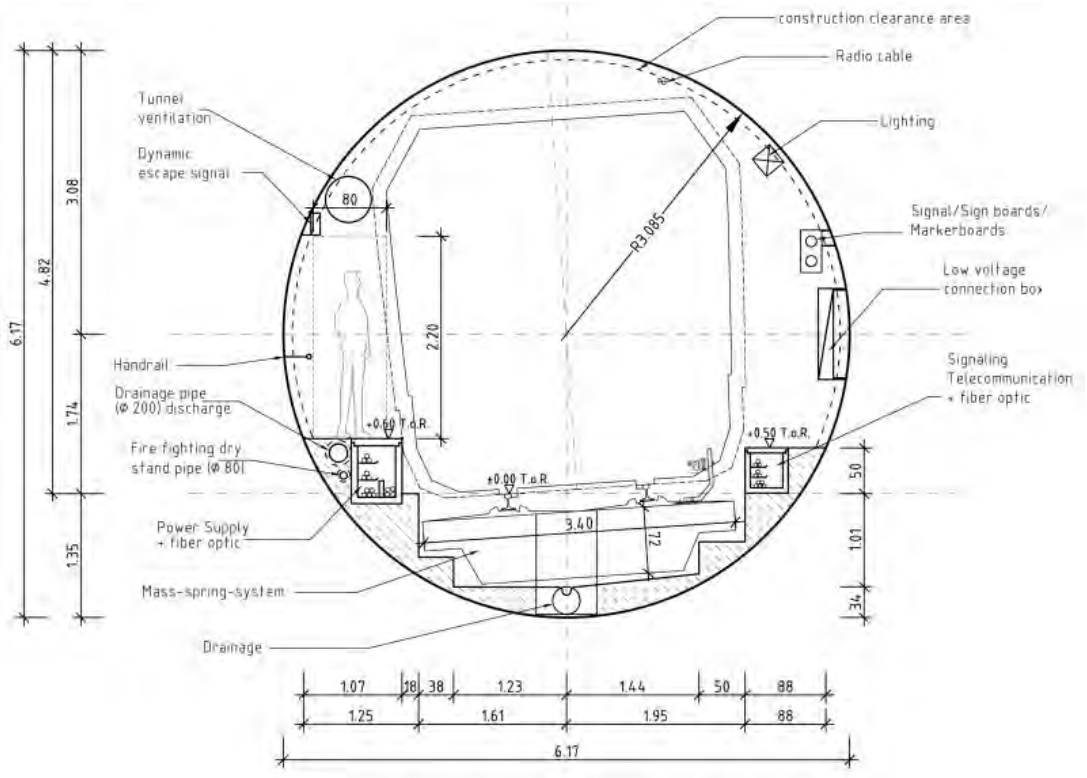
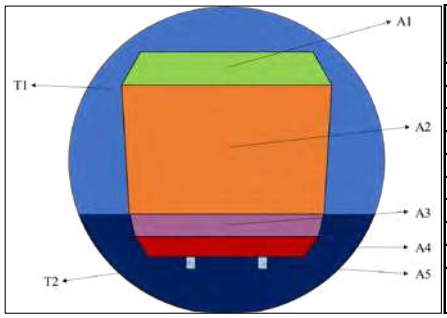


Figure 2.1 Doha Metro and Tunnel Cross Section [4]

2.2. Geometrical Suitability Approach

The first step of the geometrical suitability approach is to calculate train and tunnel geometries by reducing its parts into calculable geometrical parts. 2 methods have been taken into account in the way of finding the cross-sectional areas. The first method is less sensitive when it is compared to the second method. In table 2.2, the cross-sectional area is divided into several geometrical shapes. Then the dimensions and the area of the shapes approximated and calculated respectively. Table 2.2 demonstrates the calculations made for the geometrical suitability approach.

Table 2.2 Train and Tunnel Illustration with Geometrical Parts and Geometrical Approach Area Calculation Table



Geometrical Part	Area of the Geometrical Part [m²]	Explanation
T1	21.74	Upper Part of the Circle
T2	8.16	Lower Part of the Circle
A1	2.16	First Part of the Train
A2	8.12	Second Part of the Train
A3	2.17	Third Part of the Train
A4	1.38	Fourth Part of the Train
A5	0.13	Wheels of the Train
Cross Section	29.9	Tunnel
Cross Section	13.96	Train
Effective Area	11.46	The Gap Between the Train and Tunnel

2.3. Solid Works Scaling Approach

The second method covers using a designing program called Solid Works (SW). On SW, a model of the train and the tunnel have been designed. Technical drawing of the train and tunnel have been taken and on SW, it has been used to approximate not-given dimensions. Therefore, in further calculations SW derived data have been used in order to have more accurate results. Figure 2.2 shows the scaling process and figure 2.3 illustrates the SW design progress.

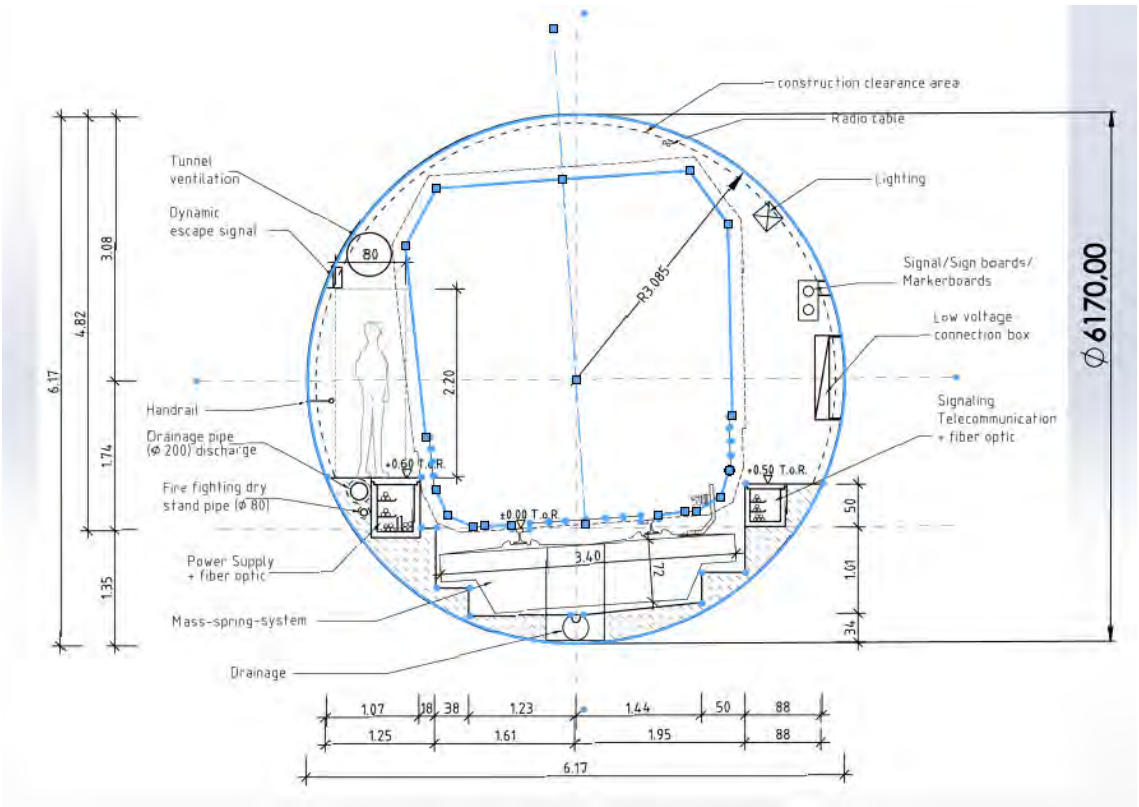


Figure 2.2 The Technical Drawing and the Projection Details of the Pilot Line [4]

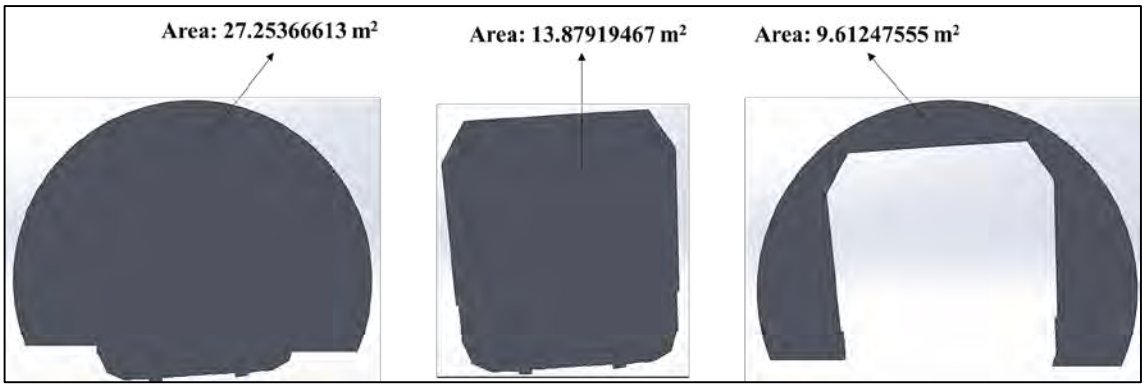


Figure 2.3 Tunnel and Train's Cross-sectional Areas

In the calculations, the flow velocity which occurs in the gap between the tunnel and train (effective area) has been used. Table 2.3 summarises the figure changes between 2 approaches. SW Scaling Approach is more accurate that is why those data used in further calculations.

Table 2.3 Geometrical Suitability and SW Scaling Approach Comparisons

Comparison Parameters	Unit	Geometrical Suitability Approach	Solid Works Approach
Cross-sectional Area of the Train	m²	13.96	13.87919467
Cross-sectional Area of the Tunnel	m²	29.9	27.25366613
Effective Area	m²	11.46	9.61247555

Data sheet about Red Line and some of the calculations have been given in table 2.4.

Table 2.4 Numerical Values of the Doha Metro and Red Line [3]

LINE	UNIT	RED LINE	EXPLANATIONS
Type		Deep Tube	
Track Gauge	mm	1435	
Time between Adjacent Stations	minutes	3	
Headway	minutes	5	
Number of Passengers	billion/day	600	Passengers trips per day
TUNNEL			
Tunnel Inner Diameter	mm	6170	
System Length	km	40	
Number of Stations	No	40	
TRAIN			
Train Cross-sectional Area	m²	13.96	
Maximum Train Speed	km/h	100	
Maximum Train Speed	m/s	27.7	
Number of Cars	No	3	
Width of a Car	m	3	
Car Height	m	4	
CALCULATIONS			
Effective Cross-sectional Area	m²	11.46	
Average Distance between Two Stations	m	2.14	Total route/Number of Stations
Maximum Air Velocity to the Back	m/s	40.1	

2.4. Theoretical Potential Approach and Calculations

As the train enters a tunnel, a volume of air is created every time because of the motion of the train in the tunnel. That volume of air is considered to move in opposite direction that the train does. Calculations have been done in direction of those principles. The flow velocity has been calculated with the help of continuity equation and it is assumed that the volume of the air as the same as volume of the train is perpendicular to train's movement direction and it is also opposite. As the created air flow moves in opposite direction to the train, it will use the gap between the train and the tunnel to escape where wind turbines are installed. The friction losses

have been taken as negligible losses and therefore, the air flow discharged by the train is assumed to be as the same as the air flow which tries to escape through the train in the opposite direction. The air flow caused by the insertion of the train in the tunnel is always equal to the air flow occurring between the tunnel and the train during the train's movement. It is assumed that there are no the friction losses due to the air flows. Using continuity equation allows us to find flow velocity between the train and the tunnel which is needed for calculating the power generation of the turbines [5].

2.5. Defining the Suitable Turbine Types

The types of the wind turbines have been chosen as new-generation wind jet type turbines. It is known that the efficiency of the wind jet type wind turbines is much higher than ordinary wind turbines. Apart from that advantage it is also estimated that during the installation process of the wind jet type wind turbines, assembling and dissembling them would be easier [6]. Most wind turbines max out at 60% efficiency. The issue is that 40 percent of the wind passes around the blades of the windmill without actually turning the generator and making power. Here comes Aelos Wind Turbine to change all of that. By focusing the wind over the blades, it improves efficiency dramatically. Aelos Brand Wind Turbine will generate the same amount of power as a conventional windmill with double its size [7]. This also means more wind turbines can be placed closer together, increasing output on a wind farm.
In consideration of tunnel-train geometry and also the gap between the train and the tunnel, theoretical settlement of the wind turbines has been designed on a scaled technical drawing initially. In order to benefit from the maximum amount of energy generation rate, wind turbine sizes have been chosen in 2 types. As a result, 2 wind turbines with a diameter of 900 [mm] and 2100 [mm] height, 1 wind turbine with a diameter of 2000 [mm] and 450 [mm] height have been installed. The designed wind turbine layout is given in the picture below (Figure 2.4).

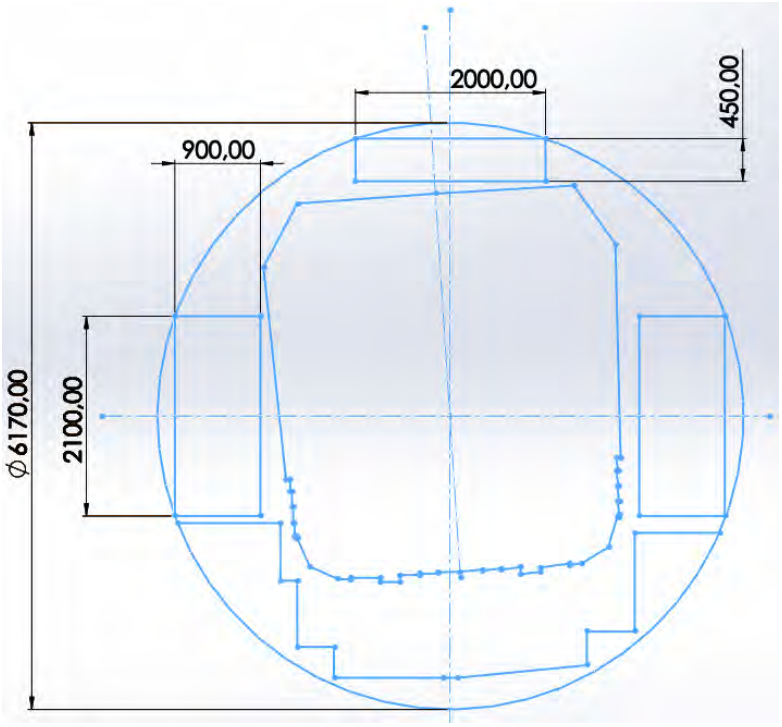


Figure 2.4 The Layout of the Turbines, Train and Tunnel

3. RESULTS, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

3.1. Technical Results and Applicability

Considering the reference line's data, the train's intensive movement (a train in 3 minutes) and the train's speed; it can be seen from the velocity calculations that a high proportion of air flow occurs. When all of the losses of the train are neglected, it is calculated that air flow velocity can go up to 40.1 m/s whenever train reaches 100 km/h. That velocity might exceed the limit of conventional wind turbines (most of them can withstand up to 20 m/s) which is why in the project wind jet type wind turbines are considered to be used. What is more, these wind turbines are also more efficient than conventional wind turbines. The efficiency contrast between them is considerable while conventional turbines have 35 % efficiency, wind jet type wind turbines possess 45 % efficiency [1]. Vertical axis wind turbines mostly suit the idea of the project and therefore vertical axis wind turbines are thought to be installed to the gap between the train and the tunnel. The gap between the train and tunnel, the dimensions of the train and the tunnel and other found dimensions, have been scaled up in a technical drawing with the help of SW engineering designing program and the not-found dimensions have been tried to be determined. On the technical drawing, 3 wind turbines with 2 different diameters have been installed (see Figure 2.4). The unique side of the model is that from one set of turbines it is possible to generate 119,071 kWh electrical energy every year. In the calculations; in case of malfunctions and maintenance, operation duration of the wind turbines has been taken as 300 days instead of 365 days. The generated energy can be stored in batteries however; there is also another option which is called grid off system. Grid off system does not require the electrical energy stored. It directly uses the generated electrical energy and therefore, the energy is considered to be used directly in lighting and ventilation of the metro stations [1]. What is more, the total cost of the grid off system is also less risky and expensive than the other option with batteries. In order to calculate the generation of the electricity, Betz Limit or Betz' Law has been used [5]. Calculation chart has been given in table 3.1.

Table 3.1 Calculation Chart [9]

Formula	Calculation Result	Unit	Explanations
$v_a = v_0 \pm a_a \times t_{acc}$	$t_{acc} = 17.09$	s	Acceleration time
$x_{acc} = v_0 \times t_{acc} \pm 1/2 \times a_{acc} \times t_{acc}^2$	$x_{acc} = 189.84$	m	Acceleration distance
$v = v_0 - a_{dec} \times t_{dec}$	$t_{dec} = 19.5$	s	Deceleration time
$x_{dec} = v_0 \times t_{dec} \pm 1/2 \times a_{dec} \times t_{dec}^2$	$x_{dec} = 216.54$	m	Deceleration distance
$x_{acc} + x_{dec}$	406,38	m	Total acceleration and deceleration distance
$x_m = 1160 - (x_{acc}-x_{dec})$	$x_m = 753.62$	m	The train moves at maximum speed among this distance
$t_m = x/v = x_{dec}/v$	$t_m = 33.916$	s	Time apart from acceleration and deceleration (The train moves at maximum speed in this time interval)
$P_a = (½) \times A_v \times \rho \times C_p \times V^3$	$P_a = 104,800$	kWh	Annual electricity generation

3.2. Financial Results

The calculated amount of the energy (104,794 kWh) is based on the cost of Qatar's industrial electricity tariff and thus the annual income has been calculated. (Table 3.2) The industrial price of electricity for per unit has been taken as 0,13 Qatari Rial (QR) [10] and annual income has been calculated as 13,623 QR however; for this scenario 87,500 QR is needed for the investment. In the feasibility study, net present value is assumed as 3.5 % [1]. As the economic lifetime of the turbines and equipment; 10, 15, 20 years have been taken in the financial calculations and in the literature, it is pointed out that the lifetime of the turbines and equipment

are taken as 20 years [8]. As an amortisation method, accelerated amortisation method has been used in the calculations and 50 per cent of the amortisation expenses have been taken into account. In the direction of the assumptions mentioned above, feasibility calculations can be pointed out in table 3.2.

Table 3.2 Feasibility Results [9]

Parameters	Formulas	Results
Return on Investment (ROI)	$\text{ROI} = \frac{\text{Net Income} \times (\text{Gains} - \text{Costs})}{\text{Costs}}$	159,40%
Payback Period (PP)	$\text{Payback Period} = \frac{\text{Cost of Investment}}{\text{Annual Cash Flows}}$	6.42 Years
Internal Rate of Return (IRR)	$0 = R_0 + \frac{R_1}{1+\text{IRR}} + \frac{R_2}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{R_3}{(1+\text{IRR})^3} + \cdots + \frac{R_n}{(1+\text{IRR})^n}$	15,01%
Net Present Value (NPV)	$\text{NPV} = \frac{R_1}{(1+i)^1} + \frac{R_1}{(1+i)^1} + \cdots + \frac{R_1}{(1+i)^n} - C$	77,000 QR

With the increase of 10 % in NPV and PP, the highest value is found for the income which means as the income rises NPV and PP are affected positively. To conclude from a financial perspective, changes in the cost of the investment and the amount of the income influence the results extremely. As a result, the feasibility result is affected by the cost of the investment and the amount of the income. A summarised generated electricity calculation chart has been given in table 3.3. At 17.1 the train completes its acceleration and until 51st second, the train keeps the same speed. Just after 51st second the deceleration starts and the train slows down. At 56th second, the train starts to leave the tunnel.

Table 3.3 Generated Electricity Calculation Chart [9]

Air Flow and Generated Power Calculation Chart										$P_a = (1/2) \times A_v \times \rho \times C_p \times V^3$			
Turbine Diameter (mm)	Turbine Height (mm)	Air Density (kg/m³)	Cross-Sectional Area of Tunnel (m²)	Cross-Sectional Area of Train (m²)	Effective Area (m²)	Train Speed (m/s)	Blade Swept Area (m²)	Flow Velocity (m/s)	Power Coefficient	Generated Power; Pa (Wh)	Time (s)	No of Turbines	Total Power (Wh/Cycle)
900	**2100**	1.122	29.9	13.96	11.46	13.85	1.89	16.8713	0.45	2291.3366	17.09	2	21.7549
900	**2100**	1.122	29.9	13.96	11.46	27.7	1.89	33.7427	0.45	18330.6931	33.9066	2	345.2952
900	**2100**	1.122	29.9	13.96	11.46	13.85	1.89	16.8713	0.45	2291.3366	19.49	2	24.8100
2000	**450**	1.122	29.9	13.96	11.46	13.85	0.9	16.8713	0.45	1091.1126	17.09	1	5.1797
2000	**450**	1.122	29.9	13.96	11.46	27.7	0.9	33.7427	0.45	8728.9015	33.9066	1	82.2131
2000	**450**	1.122	29.9	13.96	11.46	13.85	0.9	16.8713	0.45	1091.1126	19.49	1	5.9071

Total Power (Wh/1 pass)	485.1603	33 Turbines/set
Total Power (Wh)	14,554.8118	A train in two min
Total Power (kWh/day)	349.3154	24 Hours
Total Power (kWh/annum)	104,794.6456	300 days/year

3.3. Comments and Recommendations

- There are several potentials to use to generate electrical energy from off-shore and in-shore sources in the world and in Qatar.
- The air flow potential to produce electrical energy seems useful for undergrounds.
- It is needed to be simulated one of the turbines in the metro as a prototype to measure and define the potential of the electrical energy generation in the underground metros.
- It is needed that the new generation jet type turbines to test and to define their precise efficiency and suitability.

NOMENCLATURE

List of Abbreviations

PP: Payback Period	**IRR:** Internal Rate of Return
ROI: Return on Investment	**Wh :** Watts-hour
NPV: Net Present Value	**kWh :**Kilowatts-hour
SW: Solid Works	

List of Symbols

Q (m^3/h): Air flow rate	**P_a (W):** Available power
A_T (m^2): The cross-sectional area of the tunnel	**A_v (m^2):** Swept area of the turbines
V_T (m^3): The volume of the train	**C_p :** Betz limit
ρ (kg/m^3): Air density in the tunnel	**v_{ao} (m/s):** Average train speed when accelerating
A_E (m^2): Area of the gap between the train and tunnel	**v_{do} (m/s):** Average train speed when decelerating
v_H (m/s): The velocity of the air in the gap between the tunnel and the train	**W_{eh} (kWh):** Hourly energy generation
a_{acc} (m/s^2): Acceleration of the train	**W_{ed} (kWh):** Daily energy generation
a_{dec} (m/s^2): Deceleration of the train	**W_{ea} (kWh):** Annually energy generation
a_e (m/s^2): Emergency deceleration of the train	**NPV (QR):** Net present value
x_{acc} (m): Distance among acceleration time	**R_1,R_2,R_n (QR):** Net income
x_{dec} (m): Distance among deceleration time	**i (%):** Nominal discount rate in Qatar
x_m (m): The distance acceleration until the start of deceleration of the train	**C (QR):** Investment cost
t_{acc} (s): Acceleration time of the train	**n (Years):** Economical life of the equipment
t_{dec} (s): Deceleration time of the train	**P_{ah} (kWh):** Hourly generated power
v_a (m/s): The maximum air flow velocity	**P_{ad} (kWh/day):** Daily generated power
v_0 (m/s): Initial air flow velocity	**P_{ay} (kWh/year):** Annually generated power

4. REFERENCES

[1] Gorgulu, Y. and Winfield, P. (2015). Generating Electrical Energy by Using Air Flow Occurrence in Underground Metros. MSc Dissertation Oxford Brookes University.

[2] BP (2019). BP Statistical Review of World Energy 2019. [online] p.9. Available at: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf [Accessed 23 Nov. 2019].

[3] Corp.qr.com.qa. (2019). Doha Metro. [online] Available at: https://corp.qr.com.qa/English/Projects/Pages/DohaMetro.aspx [Accessed 23 Nov. 2019].

[4] Tunnelling for Metro Doha/Qatar. (2019). [online] Available at: https://www.tunnel-online.info/download/468670/2012_Tunnel_05_Metro_Doha.pdf [Accessed 23 Nov. 2019].

[5] MIT, (2015). Wind Power Wind Power Fundamentals. [online] Available at: http://web.mit.edu/windenergy/windweek/Presentations/Wind%20Energy%201 01.pdf [Accessed 23 Nov. 2019].

[6] Hurst, T. (2015). FloDesign Triples Efficiency of Traditional Wind Turbines | Crisp Green. [online] Crispgreen.com. Available at: http://crispgreen.com/2009/09/flodesign-triples-efficiency-of-traditional-wind-turbines/ [Accessed 23 Nov. 2019].

[7] Windturbinestar.com. (2019). Vertical Axis Wind Turbine – Aeolos 1kw Vertical Wind Generator, Vertical Wind Turbine. [online] Available at: https://www.windturbinestar.com/1kwv-v-aeolos-wind-turbine.html [Accessed 23 Nov. 2019].

[8] Krohn, S., Morthorst, P. and Awerbuch, S. (2009). The Economics of Wind Energy. [ebook] EWEA The European Wind Energy Association, pp.1-156. Available at: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Economics_of_Wind_Energy.pdf [Accessed 23 Nov. 2019].

[9] Y. F. Gorgulu, P. H. Winfield, R. Kose, A. Gorgulu, M. A. Ozgur, O. O. Yolcan, Generating Electrical Energy by Using Air Flow Occurrence on Vertical Wind Turbines in Underground Metros; A Case Study in London, 2nd International Energy & Engineering Conference (UEMK 2017), (2. Uluslararası Enerji ve Mühendislik Konferansı), October 12-13, 2017, p. 296-309, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey.

[10] GlobalPetrpPrices.com. (2019). Qatar electricity prices, March 2019 | GlobalPetrolPrices.com. [online] Available at: https://www.globalpetrolprices.com/Qatar/electricity_prices/ [Accessed 23 Nov. 2019].

SCHIFF BAZI BAKIR-MANGAN KOMPLEKSİNİN PROSTAT KANSERLİ HÜCRE HATLARINDA SİTOTOKSİTESİNİN BELİRLENMESİ

[1]Neşe Başak Türkmen, [2]İsmail Özmen, [3]Bülent Dede, [4]Fikrettin Şahin

[1]İnönü Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye [2]Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye [3]Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Anorganik Kimya Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye [4]Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada, Süleyman Demirel Üniversitesi Anorganik Kimya Araştırma laboratuvarında yeni olarak sentezlenmiş bir grup Schiff Bazı Kompleksinin (SBBK) prostat kanserli hücre hatları olan PC-3 ve DU-145 üzerinde sitotoksik etkisi MTS canlılık testiyle belirlenmiştir. Kontrol grubu olarak kök hücre potansiyeli olan dental folikül hücreleri kullanılmıştır. Toksisite testlerinin sonucu 4 gün süreyle 24 saat aralıklarla monitörize edilmiş ve hücrelerin canlılık oranı spektrofotometrik olarak (490 nm) belirlenmiştir. Doxorubisin ve paklitaksel standart kemoterapötik ajan olarak bu çalışmada kullanılmıştır. Bakır ve mangan metali içeren kompleks grubun diğer üyelerine göre daha etkindir. Test edilen Schiff baz türünün prostat kanserli hücre hatlarında zamana bağlı artış gösteren bir toksisiteye neden olduğu gözlenmiş ve bu hücre hatlarında 4 günlük inkübasyon sonucu %100 e varan hücre ölümleri saptanmıştır. Canlılık testi sonuçlarına göre en etkili konsantrasyon belirlenmiş ve bu doz kullanılarak hücrenin apoptoza gidip gitmediğini saptamak amacıyla apoptotik markerlar olan Anneksin-V ve p53 flow sitometri ile, p21 ve caspase 3 ise gercek zamanli PCR yöntemi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu çalışmada kullanılan Schiff bazının apoptozu indükleyerek hücre ölümüne sebep olduğunu göstermektedir. Devam eden çalışmalar ile test molekülünün diğer bazı kanser hatları ve in-vivo modeller üzerindeki tedavi potansiyelleri araştırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Schiff Bazı, prostat kanseri, MTS, kemoterapötik ajan, toksisite, apoptoz.

DETERMINATION OF CYTOTOXICITY OF SCHIFF BASE COPPER-MANGANESE COMPLEXES ON PROSTAT CANCER CELL LINES

ABSTRACT

In this study, one group of Schiff Base complexe (SBBK) newly synthesized in Suleyman Demirel Inorganic Chemistry Laboratory, were tested on PC-3 and DU-145 prostate cancer cell lines for its cytotoxicity by using MTS proliferation assay. Dental follicle cells having stem cell potantial were used as control group in the tests. The results of cytotoxicity tests were monitored

in 24 hours intervals for 4 days and the ratio of the viable cells was determined by spectrophotometry. Doxorubisin and paclitaxel was used as standard chemotherapic agents. The complex including copper and mangan was found more effective on these cancer cell lines than the other complexes. This Schiff base complex was seen to cause increase in cytotoxicity by time. In all cell lines, after 4 days incubation, nearly 100% of the cell were found to be dead. According to MTS results, the most effective dose was determined. Applyıng the Schiff base on the cells at this dose it was check if the cells are undergoing apoptosis. The results showed that Schiff base is inducing apoptosis on cancer cells which was confirmed by detection of Annexin-V and p53 by using Flow cyotmetry and caspase3 by using Real Time PCR. As a future remark, the Schiff base is planned to be test on other cancer cell lines and in-vivo models.
Key words: Schiff Base, prostate cancer, MTS, chemotherapic agent, cytotoxicity apoptosis

1.GİRİŞ

Kanser, hücrelerin kontrolsüz çoğalmasıyla oluşan ve metastatik özelliğine sahip bir hastalık olup çok çeşidi bulunmaktadır. Günümüzde ise sık görülmesi ve öldürücülüğünün yüksek olması sebebiyle önemli bir halk sağlığı sorunudur. Kanserin belirtileri köken aldığı dokuya göre değişmektedir. Dışkılama ve idrar alışkanlıklarında değişiklikler, uzun süren iyileşmeyen yaralar, beklenmeyen kanama ve akıntılar, organlarda elle hissedilen şişlikler, yutma güçlüğü, hazımsızlık, siğil ve benlerde belirgin değişiklik, uzun süren ses kısıklığı ve öksürük gibi bulgulara dikkat etmek gerekir. Ancak bu anormal durumlar tamamen kanser belirtisi olarak gösterilemez. Bazen hiçbir bulgu olmadan da tanı konulabilir. Kanser bulaşıcı bir hastalık olmayıp önemli olan erken teşhis ve tedavidir. Günümüzde kanserde kullanılan başlıca tedavi yöntemleri cerrahi, radyoterapi, kemoterapi, hormonoterapi ve immunoterapidir.

Bugün dünyada yaklaşık 25.000.000 kanser hastası bulunmakta ve her yıl ortalama 11.000.000 kişi kansere yakalanmaktadır. Bu sayının 2020 yılında 16 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'de ise her yıl yaklaşık 150.000 kişi kanserle yüzleşmektedir (Kanserle savaş politikası ve Kanser verileri, 2002). Bu rakamlar kanserin önem derecesini bize yeterince göstermekte ve kesin tedavi araştırmalarına yönlendirmektedir. Son yıllarda koordinasyon bileşikleri sentezinde ligand olarak kullanılan Schiff bazları ile birçok bilim adamı kanserle mücadelede hedefli olarak ilgilenmiştir. Bu ligandları kullanarak farklı kompleksler üretip antikanser tedavide reaktif olarak kullanılması araştırılmaktadır (Scovil et al., 1982; West and Pannell, 1989). Özellikle aromatik aminlerin Schiff bazı kompleksleri kemoterapi alanında (Trafder and Miah, 1986; Dede, 2007) ve Cu(II) komplekslerinin ise antitümör, antiviral ve antiinflamatuar ajanlar olarak bilinmektedir (Dede, 2007).

Schiff bazları azot ve karbon çift bağı içeren fakat azotun tek bağ ile hidrojene değil, bir alkil veya aril grubuna bağlandığı bileşiklerdir. Alman kimyager Schiff tarafından ilk defa 1864 yılında sentezlenen Schiff bazları (Schiff, 1869), aldehit ve ketonların uygun reaksiyon şartlarında primer aminlerle kondensasyonu sonucu oluşmuştur. Zayıf bazik özellik gösteren bu bileşikler yapılarında C=N bağı bulundururlar. Bu bağa azometin bağı denir. İyi azot dönor ligandı (C=N) olarak da bilinen Schiff bazları R-CH=NR1 genel formülüyle de gösterilebilir. Bu formülde R, R1 alkil veya alkil sübstitüentleridir (Köksal, 1996). 'Schiff Bazları' Pfeiffer ve arkadaşları tarafından 1933 yılında ligand olarak kullanılmıştır (Pfeiffer, 1933). Yine aynı grup birtakım Schiff bazları sentezleyerek bu ligandların bakır komplekslerini elde etmeyi başarmışlardır. Herhangi bir primer amin ile salisilaldehit, alkollü veya sulu alkollü ortamda, az oranda sodyum asetat veya sodyum hidroksit varlığında geçiş metalleri de kullanılarak geri soğutucu altında ısıtılarak N-alkil salisilaldiminlerin metal kompleksleri yapılmıştır (Schiff, 1869).

Schiff bazı bakır komplekslerine olan ilgi 1930 lu yıllarda başlamıştır. Bugün Schiff bazı koordinasyon bileşiklerinin girmediği alan yok gibidir (Bekaroğlu, 1972). Literatürlerde bulunan antitümör çalışmalarında, kanser hücrelerine karşı test edilen maddenin etkisi hücrede mitokondriyal dehidrogenaz aktiviteyi ölçen MTT (metil tiazol tetrazolyum) ve MTS (Metil tiazol tetrazolyum tuzu) proliferasyon testleri kullanılarak yapılmıştır ve her iki metod da aynı prensibe dayanmaktadır. MTT yöntemi de MTS gibi hızlı ve kolay bir şekilde birçok örneği aynı anda test etme olanağı vermektedir (Reile ve ark., 1990; Kueng ve ark., 1998; Seneratne ve ark., 2000). Bu ölçüm in vitro şartlarında metabolizmanın canlılığına dayanarak sitotoksisiteyi ölçmek için kullanılan kantitatif bir metottur (Holst-Hansen and Brünner, 1981). MTT sarı renki bir tetrozolyum tuzu olup yaşayan hücrelerin mitokondrilerinde bulunan süksinat-dehidrogenaz enzimine spesifik olarak bağlanmakta ve bu bağlanmanın sonucu olarak suda çözünmeyen koyu mavi renkte kristaller oluşmaktadır. Metota göre çözünmüş olan bu boya konsantrasyona bağlı olarak spektrofotometrik yöntemle ölçülebilen bir absorbans vermekte ve bu ölçülen değer yaşayan hücre sayısı ile ilişkilendirilmektedir (Reşidi, 2007). Dongfang ve arkadaşları 2008 de elde ettikleri maddenin MTT testi kullanarak K-562 (lösemi hücre hattı) tümör hücrelerine karşı 5 µg/mL de antikanser etki gösterdiğini ve apoptozu indüklediğini bulmuşlardır. Bakır dışında diğer metallerle sentez edilen Schiff bazı kompleks çalışmalarında da benzer çalışmalar yapılmıştır. Cu(II), Ni(II) ve Zn(II) metallerini kullanarak sentez yapan Tarafder ve arkadaşları, 2002 de Cu(II) ve Zn(II) komplekslerinin HeLa (servikal kanseri) hücresine karşı 1,5 ve 2,1 µg/mL de yüksek aktivite gösterdiğini ancak Ni(II) komplekslerinin aynı hücre hattına 23 µg/mL konsantrasyon değerinde az bir sitotoksisite

gösterdiğini bulmuşlardır. 2008 yılında Kobalt(II), nikel(II), çinko(II) ve kadmiyum(II) metallerini kullanarak kompleks sentezleyen Chan ve arkadaşları HL-60 (lösemi hücresi), Caov-3 (ovaryum kanser hücresi), HeLa (servikal kanser hücresi), MCF-7 (Göğüs kanseri hücresi), MDA-MB-231 (Göğüs kanseri hücresi) hücre hatlarında, tamoxifen ve etoposide kemoterapik ilaçlarını referans kabul ettikleri çalışmalarında 4 µg/mL konsantrasyonda, sadece MCF-7 (Göğüs kanseri hücresi) hücre hattında sitotoksik etkiye rastlamışlar, diğer hücre hatlarında aynı etkiyi görememişlerdir. Chew vd. (2004), kadmiyum içeren Schiff bazı komplekslerini MTT metodu ile doxorubisin ve tamoxifen ilaçlarını pozitif kontrol olarak kullanmışlar ve CEM-SS (lösemi hücresi) ve HeLa (servikal kanser hücresi) kanserli hücrelerine karşı güçlü bir aktivite görmüşlerdir.

2. MATERYAL VE METOT

Kullandığımız Schiff bazı bakır-mangan kompleksi Süleyman Demirel Üniversitesi Anorganik Kimya araştırma laboratuarında sentezlenmiştir ve daha önce hiçbir sitotoksisite çalışmasında kullanılmamıştır (Dede et al., 2009). Çalışılan Schiff bazı komplekslerinin kimyasal adı: N,N′′-bis[1-(4-fenilfenil)-2-hidroksiimino-2-(metilanilino)-1-etiliden]-1,3-propandiamin'in heterodinükleer Cu(II)-Co(II) kompleksi şeklindedir.

2.1. MTS Testi

DU-145 (prostat kanseri hücre hattı), PC-3 (prostat kanser hücre hattı) ve DFC (Dental folikül) hücrelerinin toksisite değerlendirmesi, MTS (3-(4,5-dimetiltiazol-2-yl)-5-(3-karboksimetoksifenil)-2-(4-sülfofenil) (CellTiter 96 Aqueous One Solution Assay) testi ile 96 kuyucuklu kültür kaplarında yapılmıştır. Öncelikle hücreler, her bir kuyucukta 3000 hücre olacak şekilde 200 µL besi yeri içerisinde 96 kuyucuklu kültür kaplarına ekilip 24 saat büyümeye bırakılmıştır. Ertesi gün, bu besiyeri çekilmiş ve üzerine 1. gün için; 4 farklı konsantrasyonda (5 µM, 2 µM, 1µM, 0.5 µM) hazırlanmış schiff bazı bakır kompleksi, 80 µl besiyeri içinde; 2. gün için; 160 µl, 3. gün için; 240 µl ve 4. gün için; 320 µl besiyeri içinde hücrelere eklenmiştir. Standart olarak ise ticari olarak günümüzde kullanılmakta olan doxorubisin ve paklitaksel ilaçları aynı konsantrasyonlarda hücrelere verilmiştir. Negatif kontrol olarak besiyeri kullanılmış ve pozitif kontrol olarak ise %20 DMSO kullanılmıştır. İnkübasyon süreleri bittiğinde kuyucuklardaki besiyeri çekilmiş ve 10 µl MTS+100 µl besiyeri olacak şekilde bu kuyucuklara eklenmiştir. MTS ile maruz bırakılan hücreler 3 saat inkübasyona bırakılmıştır ve inkübasyon sonrasında hücre canlılığı 490 nm'de otomatik petri okuyucu (Elisa plaka okuyucusu) ile ölçülmüştür.

2.2. Anneksin -V ölçümü

Anneksin-V, hücrenin dış yüzeyine transloke olan fosfotidilserine bağlanabilen bir protein olması sebebiyle, floresan bir madde ile (örnek: FITC) işaretlenerek apoptotik hücreler görünür hale gelebilmektedir (Zhang et al., 1997; Tesarik et al., 1998; Overbeeke et al., 1998). FITC-Anneksin-V kompleksinin hücre yüzeyindeki fosfotidilserine bağlanma oranı flow sitometri ile ölçülmektedir. Nekroza uğramış hücrelerde de Anneksin-V bağlanma oranı görülebileceği için ek bir boya olarak propidyum iyodur eklenir. Propidyum iyodur (kırmızı floresans) ve Anneksin-V-FITC (yeşil floresans) ile eşit zamanlı boyanan hücreler, canlı hücreler (FITC-PI-), erken apoptotik hücreler (FITC+PI-), geç apoptotik (nekrotik hücreler) (FITC+ PI-) birbirinden ayırt edilebilir (Overbeeke et al., 1998; Tesarik et al., 1998).

Bu çalışmada Anneksin-V belirlenmesinde deneysel yöntem olarak şu sıra takip edilmiştir. Öncelikle hücreler 12 kuyucuklu hücre kültür kaplarına, her bir kuyucukta 40.000 hücre olacak şekilde ekilmiş ve ertesi gün 2 µM, 3 µM ve 5 µM konstrasyonlarında ilaç dozlarına maruz bırakılmıştır. Anneksin-V erken apoptotik işaretleyici olması sebebiyle hücreler 24. saatte tripsinizasyonla kaldırılmış ve 5 dk 2200 rpm'de santrifüj edildikten sonra süpernetantı atılmıştır. Hücrelere Anneksin-V (100 µl PBS+1 µl Anneksin-v) koyulup 30 dk +4 °C de inkübe edildikten sonra, nekrozis olmuş hücreleri ayırt etmek amacıyla PI (propidyum iyodat) eklenmiş ve 5 dk tekrar +4 °C de inkübe edilmiştir. Son olarak hücreler PBS ile santrifüj edilmiş ve okutma için tekrar PBS eklenip flow cihazında hücreler okutulmuştur.

2.3. p53 Tespiti;

Dünya genelinde yaklaşık 6,5 milyon yeni kanser olayı görülmekte ve bunların 2,4 milyonunda p53 mutasyon varlığından söz edilmektedir. Hücresel büyüme kontrolünü sağlayan p53 proteinini, p53 geni kodlamaktadır. Bu gen farklı organ tümörlerinde en çok mutasyon gözlenen gen olması sebebiyle son yıllarda önemli bir çalışma alanı olmuştur (Greenblatt et al., 1994; Kuczyk et al., 1994). Eğer gen mutasyona uğrarsa hücre büyüme kontrolü ile ilgili işlevlerini kaybeder ve neoplastik yani tümöral gelişim sürecine katkıda bulunur (Moul Judd, 1999). 17. kromozomun kısa kolu üzerinde, tümör baskılayıcı (supresör) gen olarak çalışan p53 geni, apoptoz düzenlenmesinde merkezi rol oynar ve bu genin moleküler düzeyde daha iyi anlaşılması, organizmadaki kanser hücrelerini yok edebilir ve kanserin önemini kaybetmesini sağlayabilir.

Bu çalışmada p53 ekspresyonu deneyi için öncelikle hücreler uygun besiyerlerinde kültüre edilmiştir. İstenilen sayıda hücreye ulaşılınca hücreler on iki kuyucuklu hücre kültür kaplarında her bir kuyuda 40.000 hücre olacak şekilde ekilmiştir. Hücrelerin tabana yapışması için bir gece

beklenilmiş ve ertesi gün hücreler 2 µM, 3 µM ve 5 µM konsantrasyon olmak üzere üç farklı dozda ilaçla muamele edilmiştir. MTS canlılık testi sonuçlarına göre ikinci günde her bir hücrede belirgin bir ölüm meydana geldiği için, apoptozu görebilmek amacıyla SBBK ile muamele edilen hücreler ikinci gün sonunda kaldırılmıştır. Kaldırılan hücreler %2 paraformaldehit ve %0,2 lik Triton-x ile fikse edildikten sonra 1 saat spesifik antikorla (mouse anti human p53, Santa Cruz) +4 ^{0}C de inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra fosfat tamponu (PBS) ile yıkanan hücrelere ikincil antikor (FITC bağlı anti mouse, Santa Cruz) eklenmiş ve tekrar normal şartlarda 1 saat inkübasyondan sonra hücreler flow tüplerine alınarak cihazda okutulmuştur. Okutmalar sonucu cihaz bize yaşayan hücre yüzdesini sayısal değer olarak vermiştir.

2.4. Gerçek zamanlı PCR (RT-PCR)

Son yılllarda PCR reaksiyonlarında sıcaklık döngüleri sağlamak için kullanılan cihazların hassas ölçüm aletleriyle birleştirilmesi, gerçek zamanlı PCR olarak adlandırılan yeni bir yöntemin gelişmesine sebep olmuştur. Gerçek zamanlı PCR' da ürünlerin analizi reaksiyon esnasında yapılmakta ve bu nedenle, agaroz jel elektroforezi, DNA bantlarının mor ötesi ışık (UV) altında görüntülenmesi gibi işlemlerin uygulanmasına gerek kalmamaktadır. Gerçek zamanlı PCR ürünlerinin kalitatif ve kantitatif analizlerinde, diziye özgün olmayan floresan boyalardan ya da diziye özgün problardan yararlanılmaktadır ve reaksiyon esnasında her bir PCR siklüsünde yeterli miktarda ürünün verdiği floresans ışığa göre çalışıp, kademe kademe reaksiyonu sonuna kadar oluşan ürünü kontrol eden bir sistemdir. Bu çalışmada RT-PCR yöntemiyle, uygun primerler kullanılarak apoptozisin major efektörü olarak bilinen, tümör baskılayıcı gen olan caspase-3 ve hücre siklus regülatör proteinlerinden olan p21 in ekspresyonları, apoptozu belirlemek amacıyla çalışılmıştır. Kontrol geni olarak ise GAPDH (Gliser Aldehit-difosfat Dehidrogenaz) kullanılmıştır.

3. BULGULAR:

3.1. MTS bulguları:

Çalışmada hücre proliferasyonu değerleri, Elisa plaka okuyucusunda negatif kontrollerden elde edilen absorbans değerlerinin, deney gruplarına ait absorbans değerlerine % olarak oranlanmasıyla elde edildi. Negatif kontrollerden (kimyasalla muamele edilmemiş hücreler) alınan absorbsiyon değeri % 100 hücre canlılığı olarak kabul edildi. Sitotoksitesini araştırdığımız SBBK maddesine referans olarak, piyasada halen ticari olarak kullanılmakta olan doxorubisin ve paklitaksel kemoterapik ilaçları aynı dozlarda kullanıldı. Aşağıda sırasıyla,

sağlıklı hücre hattı olarak kök hücre kaynaklı dental folikül hücre hattı (DFC), tümör hücre hatlarından olan DU-145 (prostat kanseri hücre hattı) ve PC-3 (prostat kanseri hücre hattı), üzerinde Schiff bazı bakır kompleksinin (SBBK) etkisi tablo 1, 2 ve 3 de verilmiştir.

Tablo 1: SBBK, Paklitaksel ve Doxorubisinin DFC hücrelerindeki % sitotoksite değerleri, NC:negatif kontrol

DFC (Dental Folikül Hücre Hattı)									
SBBK									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	57,876	30,005	14,322	7,881	%SS	1,798	6,875	2,183	3,41
2 µM	83,258	65,976	67,863	65,4	%SS	1,622	8,322	6,721	3,96
1µM	96,715	73,365	82,961	85,61	%SS	6,767	12,11	7,799	3,22
0.5 µM	92,304	71,742	89,482	91,12	%SS	18,82	9,587	3,402	2,88
NC	100	100	100	100	%SS	3,363	6,465	1,245	3,78
Paklitaksel									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	62,106	31,078	27,887	18,64	%SS	1,998	3,867	6,246	4,84
2 µM	60,666	39,091	32,04	31,4	%SS	9,395	11,39	9,383	3,5
1µM	56,886	38,193	33,204	29,7	%SS	5,963	1,256	5,2	1
0.5 µM	58,686	35,422	29,206	30,86	%SS	2,735	8,204	4,203	5,05
NC	100	100	100	100	%SS	3,363	6,465	1,245	3,78
Doxorubisin									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	59,001	27,559	7,0638	1,322	%SS	3,712	0,696	2,679	1,13
2 µM	88,524	57,763	40,384	31,34	%SS	7,91	3,333	2,823	5,76
1µM	93,924	81,752	80,924	90,48	%SS	4,495	2,773	4,254	0,08
0.5 µM	94,059	67,873	79,934	90,51	%SS	4,272	2,364	7,949	2,23
NC	100	100	100	100	%SS	3,363	6,465	1,245	3,78

Tablo 2: SBBK, Paklitaksel ve Doxorubisinin DU-145 hücrelerindeki % sitotoksite değerleri, NC:negatif

DU-145									
SBBK									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	35,304	3,827	-6,413	0,215	%SS	11,79	0,48	1,016	0,496
2 µM	75,07	37,27	5,585	8,814	%SS	6,153	4,296	3,2753	5,129
1µM	73,118	85,65	74,84	162,7	%SS	21,43	7,028	5,027	16,41
0.5 µM	63,581	103,2	93,17	176	%SS	4,869	12,68	25,741	8,756
NC	100	100	100	100	%SS	13,9	8,421	11,868	11,7
Paklitaksel									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	35,416	15,44	3,889	8,527	%SS	12,72	1,709	3,9014	3,358
2 µM	48,355	11,21	-1,862	1,648	%SS	14,2	6,495	2,3463	3,46
1 µM	38,929	11,53	-0,372	-0,64	%SS	15,34	1,536	0,2866	1,642
0.5 µM	52,928	9,704	0,124	2,15	%SS	19,29	4,844	1,5015	1,828
NC	100	100	100	100	%SS	13,9	8,421	11,868	11,7
Doxorubisin									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	18,795	10,52	-1,158	8,312	%SS	8,638	5,646	2,7764	0,304
2 µM	35,137	16,04	3,641	6,736	%SS	4,938	5,428	3,1669	3,787
1µM	42,666	15,95	5,668	7,13	%SS	3,482	5,221	3,7532	4,104
0.5 µM	76,241	46,29	9,433	20,71	%SS	3,946	5,4	3,3451	1,26
NC	100	100	100	100	%SS	13,9	8,421	11,868	11,7

Tablo 3: SBBK, Paklitaksel ve Doxorubisinin PC-3 hücrelerindeki % sitotoksite değerleri, NC: negatif kontrol

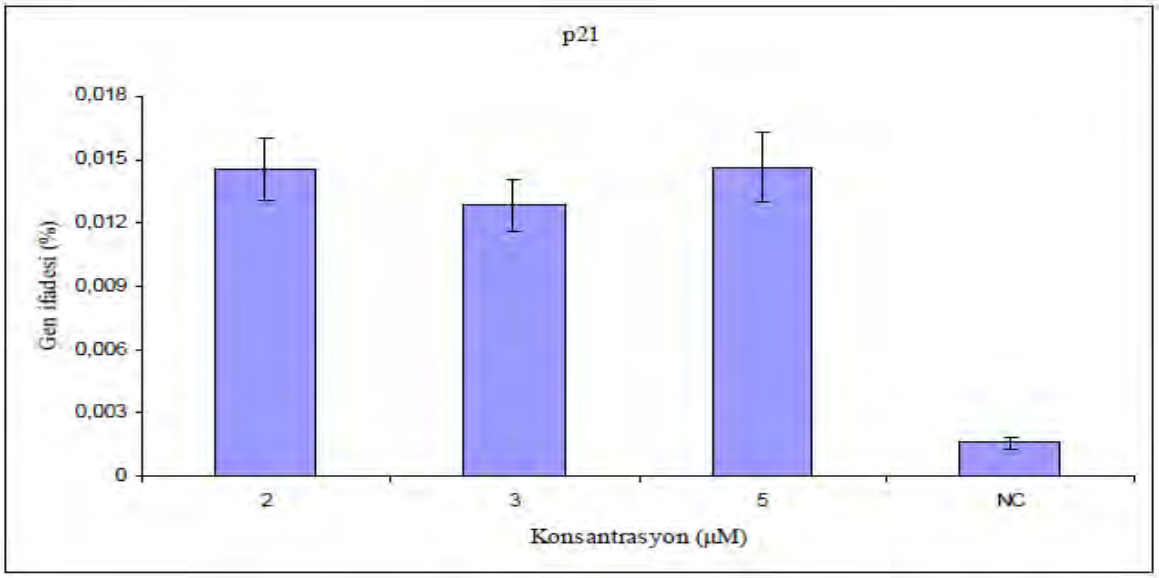
PC-3 (Prostat Kanserli Hücre Hattı)									
SBBK									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	33,644	19,357	-0,548	-2,663	%SS	7,25	1,6004	0,935	0,271
2 µM	51,463	48,433	22,259	16,095	%SS	1,44	11,476	4,201	0,533
1 µM	59,043	78,213	98,904	90,71	%SS	8,24	11,467	15,44	8,972
0,5 µM	73,803	86,912	87,007	95,68	%SS	12,8	4,9261	19,62	1,955
NC	100	100	100	100	%SS	11,9	10,412	10,98	8,145
Paklitaksel									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	69,814	25,862	28,07	19,112	%SS	25,8	3,7347	1,278	1,845
2 µM	79,122	22,492	19,956	12,308	%SS	9,9	4,079	3,979	0,512
1 µM	82,181	29,232	18,366	8,2249	%SS	18,2	2,4919	2,962	2,423
0,5 µM	67,553	27,821	12,061	10,769	%SS	14,8	2,3076	4,057	1,453
NC	100	100	100	100	%SS	11,9	10,412	10,98	8,145
Doxorubisin									
GÜN	1	2	3	4		1	2	3	4
5 µM	62,367	36,442	35,28	21,598	%SS	6,87	8,6395	5,001	6,172
2 µM	51,064	21,708	13,925	6,8047	%SS	4,85	2,8049	3,893	3,202
1 µM	66,356	57,68	51,809	35,503	%SS	4,76	7,9533	10,93	9,125
0,5 µM	74,335	68,339	52,741	78,994	%SS	5,42	8,7086	7,017	8,531
NC	100	100	100	100	%SS	11,9	10,412	10,98	8,145

Tablolarda verilen sonuçlara göre SBBK nın prostat kanserli hücre hatları olan PC-3 ve DU-145 üzerinde 5 mikromolar derişimde, 4.gün sonunda %100'e varan ölümler görülmüştür. Ancak kontrol grubu olarak kullanılan kök hücre kaynaklı dental folikül hücrelerinin bu ilaca daha dirençli olduğu ve hala canlı hücrelerin varlığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre araştırılan ilacın DFC üzerinde daha az toksik olduğu ispatlanmıştır. Araştırdığımız ilacın kanserli hücreler üzerindeki sitotoksik etkisinin, paklitaksel ve doxorubisine göre daha fazla olması ve sağlıklı hücre hattı üzerinde daha az toksik olması sonuçları prostat kanserinin geleceği adına umut vericidir.

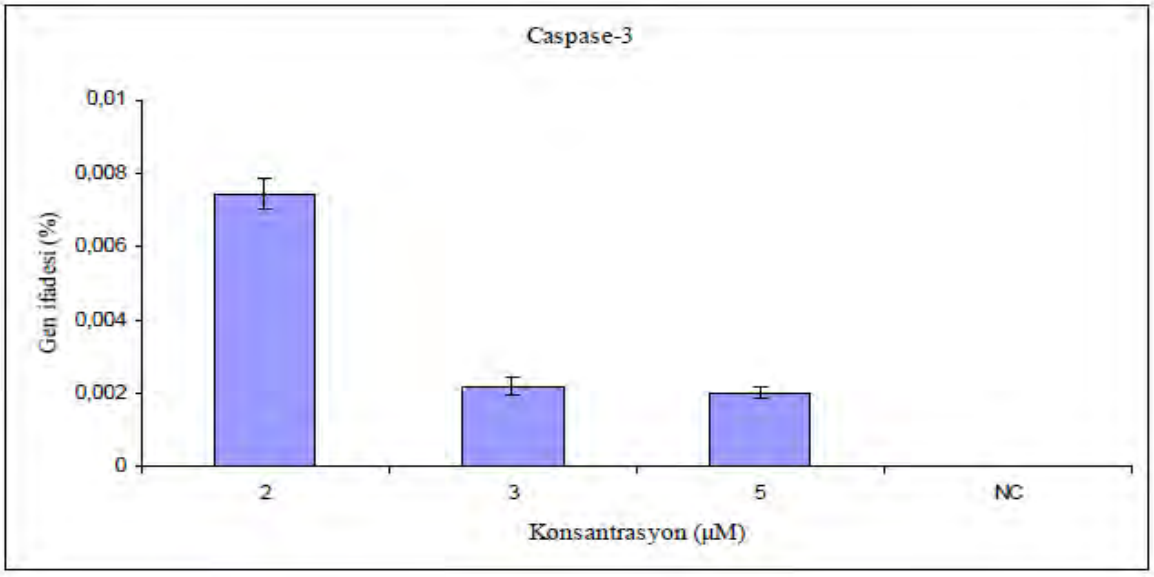
3.2.RT-PCR bulguları:

Şekil 1 de p21 ekspresyonun seviyelerinin konsantrasyona bağlı olarak artması, hücremizde apoptozis olduğunu göstermektedir. Bu genlere ek olarak yine apoptozise özgü olduğu bilinen aktif caspase-3 geninin moleküler düzeyde belirlenmesiyle apoptozis saptanabilmektedir. Şekil 2 de artan konsantrasyonla hücredeki aşırı ölümle birlikte caspase-3 aktivitesinin artık görülemediğini ve negatif kontrolümüzde de ekspresyon olmaması,

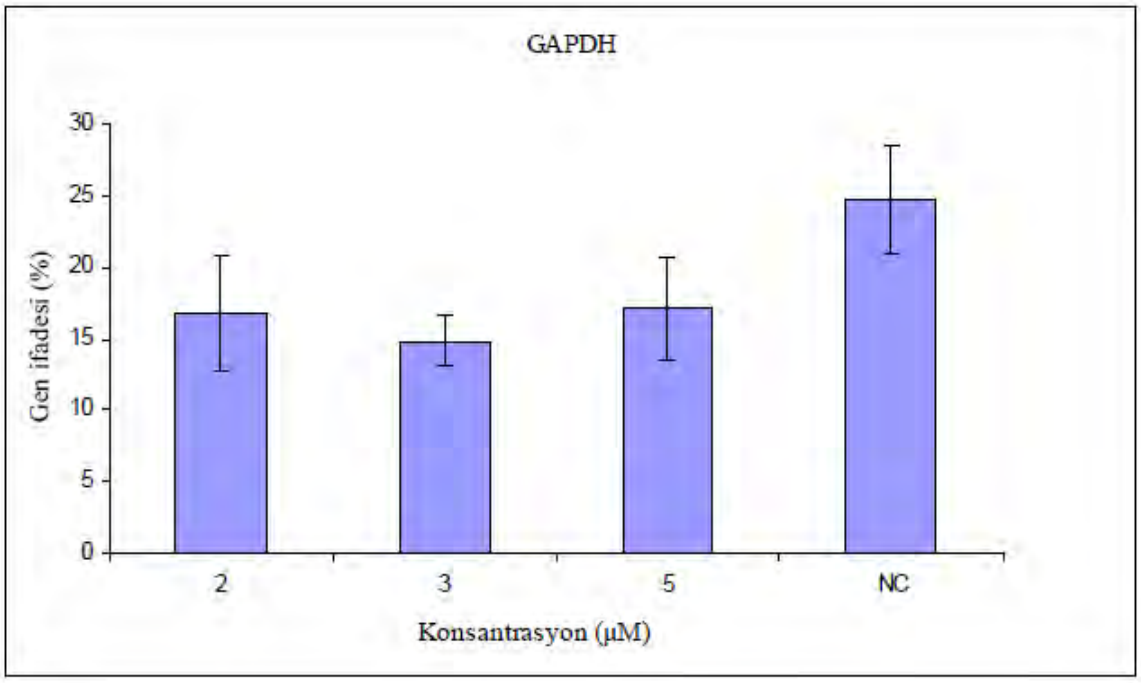
hücremizin kontollü ölüme gittiğini desteklemektedir. Sonuçlar GAPDH ekspresyonuna göre normalize edilmiştir.



Şekil 1: SBBK' nın prostat kanserli hücre hattı (PC-3) üzerinde p21 geni ekspresyonu; NC; negatif kontrol



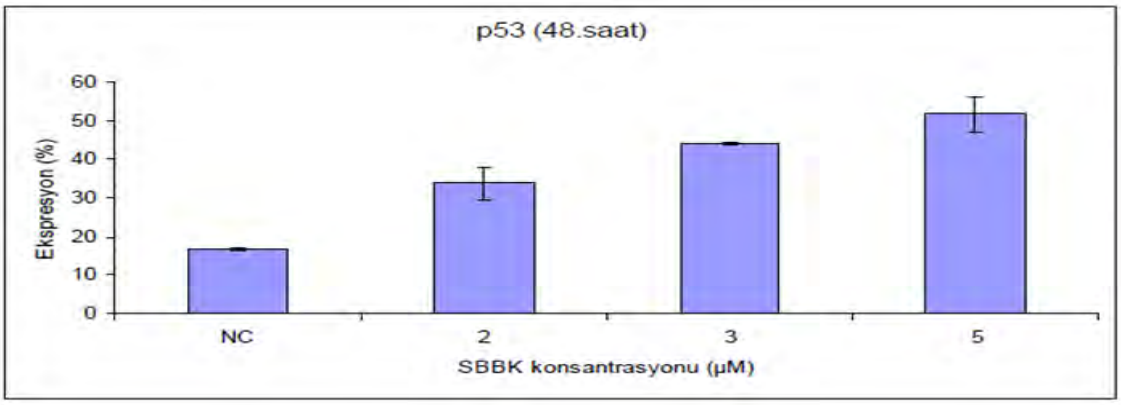
Şekil 2: SBBK'nın prostat kanserli hücre hattı (PC-3) üzerinde caspase-3 geni ekspresyonu, NC; negatif kontrol



Şekil 3: SBBK'nın prostat kanserli hücre hattı (PC-3) üzerinde GAPDH geni ekspresyonu, NC; negatif kontrol

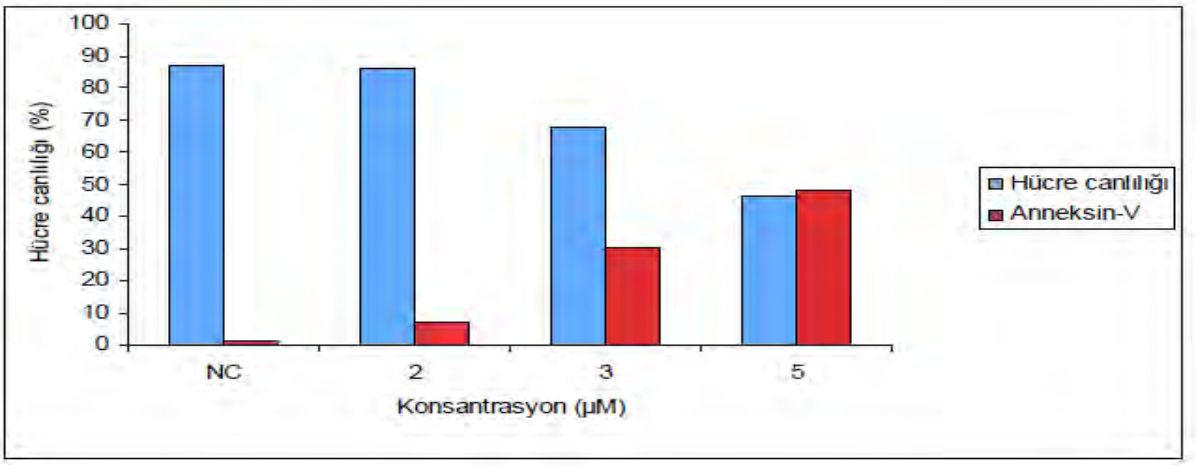
3.3. Flow sitometri sonuçları:

Grafiğe göre artan ilaç konsantrasyonuyla tümör baskılayıcı gen olan p53 ekspresyonunun arttığı görülmektedir. Bu sonuç hücremizin DNA hasarına bağlı olarak apoptoza gittiğini ve prostat tümör oluşumunu önlemede bir adım attığımızı göstermektedir. MTS sonuçlarına göre %50 lere varan ölümün gerçekleştiği 48.saat dikkate alınarak p53 ekspresyonuna bakılmıştır.



Şekil 4: Schiff bazı bakır kompleksinin prostat kanserli hücre kültüründeki (PC-3) p53 gen ekspresyonu, NC; negatif kontrol

Aşağıdaki grafikte SBBK'nın PC-3 hücresindeki Anneksin-V ekspresyonu görülmektedir. Sonuçlara göre konsantrasyon arttıkça hücre canlılığı azalmış ve Anneksin-V miktarı artmıştır. Bu veri bize hücrenin, kontrollü bir ölüm şekli olan apoptoza gittiğini açıkça göstermektedir.



Şekil 5: SBBK nın prostat kanserli hücre hattı (PC-3) üzerindeki Anneksin-V ekspresyonu, NC; negatif kontrol

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada kullandığımız Schiff bazı bakır-mangan kompleksinin benzer yapılarının antikanser ve sitotoksik aktivitesi çeşitli hücre hatlarında denenmiştir. Koordinasyon bileşikleri sentezinde ligand olarak kullanılan Schiff bazları konusuyla birçok bilim adamı ilgilenmiş ve çeşitli kompleksler elde etmişlerdir. HeLa (servikal hücresi, Tarafder et al., 2002), SH-SY5Y (nöroblastom tümörlü hücresi, Silveira et al., 2008), HL-60 (lösemi hücresi) ve Caov-3 (ovaryum kanser hücresi; Ravoof et al., 2007; Chan et al., 2008), HL-60 ve MCF-7 (Göğüs kanseri, Ravoof, 2006), HT-29 (Kolon kanseri hücresi), MCF-7 ve T47D (Göğüs kanseri hücreleri), MRC-5 (Akciğer kanseri) hücre hatlarında (Chaviara et al., 2005) bu konuda çalışmalar yapılmış ve Schiff bazı komplekslerinin tümör hücrelerine karşı sitotoksisiteleri doğrulanmıştır. Bu kompleksler hücre membranı aracılığı ile yapısındaki metali, mitokondri ve nükleusu hedef alarak hücre içine taşıyabilirler ve oksidatif strese dolayısıyla apoptosise sebep olurlar (Silveira et al., 2008). Çalışmanın amacı antitümör çalışmalarda kullanılmış Schiff bazı bakır mangan kompleksinin prostat kanserli hücre kültürlerinde antikanser aktivitesini belirlemekti. Hedef maddemiz olan SBBK' nın prostat kanserli hücreler üzerindeki sitotoksik etkisinin gözlenmesi için son yıllarda doğruluğu kabul edilmiş ve çok uygulanan metot olan MTS canlılık testi kullanıldı. Kullanılan SBBK maddesi ile yapılan ön denemelerde 10 uM da

oldukça sitotoksik olarak belirlendi. Devam eden çalışmalarda optimum doz olarak belirlenen 5 µM dozunda her iki kanserli hücre hattında da %100' e varan ölümler gözlendi. Referans olarak kullanılan ticari kemoterapik ilaçların (paklitaksel ve doksorubisin) kültürler üzerinde aynı dozdaki etkisi, SBBK ya göre daha pasif kalmakta, yani 4. gün sonunda tam bir ölüm gözlenememektedir. Paklitakselin kimyasal yapısı 1971 de Wani ve arkadaşları tarafından bulunmuş ve farklı tümör tiplerine karşı in vitro aktivitesi gösterilmiştir. Mekanizma olarak ökaryotik hücrelerdeki mikrotübüllere bağlanıp anormal mikrotübül dizilimlerine neden olmaktadır. Diğer antineoplastik ajanlarla karşılaştırıldığında paklitaksel çeşitli kanserli hücre soylarında doksorubisine karşı daha büyük etki göstermiştir (Spencer and Faulds, 1992). Araştırmamızda kullandığımız SBBK'nın diğer ajanlara göre çok daha etkili olan paklitakselle yarışır durumda olması gelecek adına umut vaat etmekte ve yapılan araştırmayı orjinal kılmaktadır. Kontrol grubu olarak kullanılan kök hücre kaynaklı dental folikül hücreleri ise ilaçtan daha az etkilenmiş dolayısıyla araştırılan SBBK'nın sağlıklı hücreler üzerinde daha az toksik olduğu tespit edilmiştir. Kök hücreler vücudumuzun birçok yerinde bulunmakta ve sürekli bölünüp farklılaşma özelliğine sahip olduğu için, birçok dokuda rejenerasyon sağlamaktadır. Araştırdığımız ilacın DFC hücreleri üzerinde daha az toksik özellik göstermesi umut vaat edici bir sonuçtur. Çünkü böylece potansiyel ilaç vücuda daha az zararlı olacaktır. SBBK 'nın kanser hücrelerinin üzerinde apoptozu indükleyip indüklemediğini anlamak için MTS canlılık testine ek olarak p53, p21, caspase-3 ve Anneksin-V apoptotik belirteçleri araştırılmıştır. Apoptozun major efektörlerinden olan p53 genini ve erken apoptotik belirteç olan annexin-V'nin tespit edilmesi amacıyla flow sitometri yöntemi kullanılmış ve artan konsantrasyonla birlikte p53 ve annexin-V ekspresyonunun da korele bir artış görülmüştür. Bu sonuçlar bize SBBK'nın kanser hücreleri üzerinde DNA hasarına bağımlı sitotoksisite gösterebileceğini ortaya koymuştur. Çünkü literatüre göre hücrede DNA hasarı olduğunda p53 geni genomik stabiliteyi sağlayarak, hücre siklusunu G1 fazında inhibe eder ve hücreye onarım zamanı kazandırır. Eğer hücredeki hasar onarılmıyorsa hücre apoptoza götürülür (Spivack et al., 1997; Hussian and Haris, 2000; Fong and Minna, 2002).

Bu olaylar sonucu p21 geni ise p53 tarafından tetiklenerek DNA replikasyonunu önler ve hücrelerin S fazına geçmesini engeller. RT-PCR sonuçlarına göre p21 ve caspase-3 ekspresyonlarının artmış olması hücrelerde apoptozun indüklenmiş olduğu hipotezimizi desteklemektedir. Elde edilen bulgular SBBK'nın hücreler üzerinde gösterdiği toksisiteyi apoptozu indükleyerek yaptığını ve ayrıca sağlıklı hücrelere daha az sitotoksik etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışma sonuçlarına dayanarak kullanılan SBBK'nın potansiyel bir kanser

ilacı olabileceği anlaşılmıştır. Gelecek çalışmalarda SBBK' nın diğer kanser hücreleri ve in vivo kanser modelleri üzerindeki etkileri araştırılacaktır.

Kaynaklar:

1) Kanserle Savaş Politikası ve Kanser Verileri, 2002. T.C. Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Daire Başkanlığı, Ankara.
2) Scovill, J.P., Klayman, D.L., Franchino, C.F., 1982. 2- Acetylpyridine Thiosemicarbazones 4. Complexes with Transition-Metals as Antimalarial and Antileukemic Agents. Journal of Medicinal Chemistry, 25, 1261-1264.
3) West, D.X., Pannell, L.K., 1989. Transition-metal ion complexes of thiosemicarbazones derived from 2-acetrypyridine N-oxide 2. the N-4-dimethyl derivative. Transition Metal Chemistry, 14, 457-462.
4) Tarafder, M.T.H., Miah, M.A.L., 1986. Novel peroxo complexes of zirconium containing organic. Ligands Inorganic Chemistry, 25, 2265-2268.
5) Dede, B., 2007. Çok Dişli Dioksimler ve Bunların Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Kimya Anabilimdalı, Isparta.
6) Schiff, H., 1869. Untersuchungen über Salicinderivate. Annalen der Chemie, 150, 193-200.
7) Köksal, H., 1996. Geçiş Metallerinin Naftilsalisilaldiminlerle Kompleks Bileşiklerinin Sentezi, Yapı ve Spektral Özelliklerinin İncelenmesi, K.S. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş
8) Pfeiffer, P, Breith, E., Lubbe, E., Tsumaki, T., 1933. Tricyclische Orthokondensierte Nebenvalenzringe. Annalen der Chemie, 503, 84-130.
9) Bekaroğlu, Ö., 1972. Koordinasyon kimyası. Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
10) Reile, H., Birnbock, H., Bernhardt, G., Spruss, T., Schonenberger, H., 1990. Computerized determination of growth kinetic curves and doubling times from cells in microculture. Analytical Biochemistry, 187, 262-267.
11) Kueng, W., Silber, E., Eppenberger, U., 1989. Quantification of cells cultured on 96- well plates. Analytical Biochemistry, 182, 16-19.
12) Seneratne, S.G., Pirianov, G., Mansi, J.L., Arnett, T.R., Colston, K.W., 2000. Biphosphonates induce apoptoses in human breast cancer cell lines. British Journal of Cancer, 82, 1459-1468.
13) Holst-Hansen, C., Brünner, N., 1998. MTT cell proliferation assay. In: Cell Biology: A Laboratory Handbook Academic Press, 1, 16-18.
14) Reşidi, N., 2007. A-549, NIH3T3, RATEC ve C6 hücre kültürlerinde kaptopril ve losartan'ın antiproliferatif ve sitotoksik etkileri. Doktora tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmokloji Anabilim Dalı, Eskişehir.

15) Dongfang, XU., Shuzhi, MA., Guangying, DU., Qizhuang, HE., Dazhi, Sun., 2008. Synthesis , characterization, and anticancer properties of rare earth complexes with Schiff base and o-phenanthroline. Journal of Rare Earths, 26, 5, 643-646.

16) Tarafder, M.T.H., Chew, K.B., Crouse, K.A., Ali, A.M., Yamin, B.M., Fun, H.K., 2002. Synthesis and characterization of Cu(II), Ni(II) and Zn(II) metal complexes of bidentate NS isomeric Schiff bases derived fromS-methyldithiocarbazate (SMDTC): bioactivity of the bidentate NS isomeric Schiff bases, some of their Cu(II), Ni(II) and Zn(II) complexes and the X-ray structure of the bis[S-methyl-b-N-(2-furyl-methyl)methylenedithiocarbazato] zinc(II) complex. Polyhedron, 21, 2683-2690.

17) Chan, M.H.E., Karen, A., Crouse, M., Ibrahim, M.T., Rozita, R., Tsafe, N.U., Andrew, R.C., 2008. Synthesis and characterization of cobalt(II), nickel(II), copper(II), zinc(II) and cadmium(II) complexes of benzyl N-[1-(thiophen-2-yl)ethylidene] hydrazine carbodithioate and benzyl N-[1-(thiophen-3-yl)ethylidene] hydrazine carbodithioate and the X-ray crystal structure of bis{benzylN-[1-(thiophen-2-yl)ethylidene] hydrazine carbodithioate}nickel(II). Polyhedron, 27, 1141–1149.

18) Chew, K.B., Tarafder, M.T.H., Crouse, K.A., Ali, A.M., Yamin, B.M., Fun, H.K., 2004. Synthesis, characterization and bio-activity of metal complexes of bidentate N-S isomeric Schiff bases derived from S-methyldithiocarbazate (SMDTC) and the X-ray structure of the bis [S-methyl-ß-N-(2-furyl-methylketone) dithiocarbazato] cadmium(II) compleks. Polyhedron, 23, 1385-1392.

19) Dede, B., Karipcin, F., Cengiz, M., 2009. Novel homo- and hetero-nuclear copper(II) complexes of tetradentate Schiffbases: Synthesis, characterization, solvent-extraction and catalase-like activity studies. Journal of Hazardous Materials, 163, 1148–1156.

20) Zhang, G., Gurtu, V., Kain, S.R., Yan, G., 1997. Early detection of apoptosis using a fluorescent conjugate of Annexin-V. Biotechniques, 23, 525-531.

21) Tesarik, J., Greco, E., Cohen-Bacrie, P., Mendoza, C., 1998. Germ cell apoptosis in men with complete and incomplete spermiogenesis failure. Molecular Human Reproduction, 4, 757-762.

22) Overbeeke, R., Steffens-Nakken, H., Vermes, I., Reutelingsperger, C., Hanen, C., 1998. Early features of apoptosis detected by four different flow cytometry assays. Apoptosis, 3, 115-121.

23) Greenblatt, M., Bennett, W., Holllstein, M., Haris, C., 1994. And, Mutations in the p53 tumor supressor gene: clues to cancer etiology and molecular pathogenesis. Cancer Research, 4855-4878

24) Kuczyk, MA., Hervatin, C., Arndt, H., Derendorf, L., Thon, WF., 1994. Detection of p53 tumor-supressor-gene protein in bladder tumors and prostate cancer: possible clinical implications. World Journal of Urology, 345-351.

25) Moul Judd, W., 1999. Angiogenesis, p53, bcl-2, Ki-67 in the progression of prostat cancer after radical prostatectomy. European Urology, 35, 399-407.

26) Silveria, V.C., Luz, J.S., Oliveria, C., Graziani, I., Ciriolo, M.R., Ferreira, C. 2008. Double-strand DNA cleavage induced by oxindole-Schiff base copper(II) complexes with potential antitumor activity. Journal of Inorganic Biochemistry, 102, 1090–1103.

27) Ravoof, T.B.S.A., Karen A.C., Ibrahım.M., Tahir, M., Andrew R.C., Akbar MA., 2007. Synthesis, characterization and bioactivity of mixed-ligand Cu(II) complexes containing Schiff bases derived from S-benzyldithiocarbazate and saccharinate ligand and the X-ray crystal structure of the copper-saccharinate complex containing S-benzyl-b-N-(acetylpyrid-2-yl)methylenedithiocarbazate. Polyhedron, 26, 1159–1165.

28) Chaviara, A.Th., Cox, P.J.K., Repana, H., Pantazaki, A.A., Papazisis,K.T., Kortsaris, A.H., Kyriakidis, D.A., Nikolov, G., Bolos, C.A., 2005. The unexpected formation of biologically active Cu(II) Schiff mono-base complexes with 2-thiophene-carboxaldehyde and dipropylenetriamine: crystal and molecular structure of CudptaSCl2. Journal of Inorganic Biochemistry, 99, 467–476.

29) Wani, M.C., Taylor, H.L., Wall, M.E., Caggon, P., McPhail, A.T., 1971. Plant antitumor agents: VI The isolation and structure of taxol, a novel anti leukemic antitümör agent from Taxus brevifolia. Journal of American Chemical Society, 93, 2325-2327.

30) Spencer, CM., Faulds, D., 1992. Paclitaxel. Review. Drugs, 48, 794-847.

31) Spivack, S.D., Fasco, M.J., Walker, V.E., Kaminsky, L.S., 1997. The Molecular Epidemiology of Lung Cancer. Critical Reviews in Toxicology, 27, 319-365.

32) Hussain, S.P., Haris, C.C., 2000. Molecular Epidemiology and Carcionogenesis: Endogenous and Exogenous Carcinogens. Mutation Research, 311-322.

33) Fong, K.M., Minna, J.D., 2002. Molecular Biology of Lung Cancer : Clinical Implication. Clinics In Chest Medicine, 23, 83-101.

KRANK KASNAĞINDA KULLANILAN KAUÇUK BİLEŞENİN HIZLANDIRILMIŞ TEST YAKLAŞIMI İLE YORULMA ÖMRÜNÜN TAHMİN EDİLMESİ

Cihangir KAPLAN[1], Cem GÜLEÇ[2], Ömer Faruk ÜNAL[3]

ÖZET

Kauçuk, otomotiv endüstrisinin başta olmak üzere birçok mühendislik uygulamasında titreşim sönümleyicisi olarak kullanılmaktadır. İçten yanmalı motorlarda burulma titreşimini sönümlemek için kullanılan krank kasnağının en önemli bileşeni kauçuktur. Bu kauçuk bileşenin yardımıyla krank kasnakları ayarlandığı burulma frekansında burulma titreşim genliğini düşürmektedir. Böylece krank mili ömür dayanımı arttırmaktadır. Krank kasnağının görevini uzun ömürlü bir şekilde gerçekleştirmesi için kauçuk dayanım ömrü oldukça önemlidir. Otomotiv endüstrisinde oluşturulan regülasyonlara göre krank kasnağı dinamik dayanım ömrü yaklaşık 10-20 milyon çevrimdir. Bu çalışmada krank kasnağında kullanılan kauçuk bileşeninin dinamik dayanım ömrü hızlandırılmış test yaklaşımıyla burulma doğal frekansına bağlı olarak belirlenmiştir. Seçilen bir krank kasnağının birinci atalet kütlesinin kauçuk formu referans alınıp özgün bir kauçuk numunesi üretilmiştir. Bu kauçuk numunesi, krank kasnağında oluşan burulma titreşimini simüle edebilmek için kendi doğal frekansında ve belirlenmiş genliklerde kaymaya maruz bırakılmıştır. Bunun için özel bir krank biyel test sistemi tasarlanmış ve testler bu sistemde gerçekleştirilmiştir. Son olarak genlik ve frekansa bağlı ömür tahminleri deneysel verilerden yararlanarak oluşturulmuştur. Oluşturulan tahmin modelin çalışma performansı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Krank Kasnağı, Kauçuk, Hızlandırılmış Test, Kauçuk Ömür Tahmini

Yazarlar:

GİRİŞ

Krank kasnakları, içten yanmalı motorlarda meydana gelen burulma titreşimlerini azaltmak için kullanılan bir burulma titreşim sönümleyicisidir. İçten yanmalı motorlarda, krank milinde birden çok tipte titreşimler oluşmaktadır. Bu titreşimler arasında en kritik olanı burulma titreşimidir. İçten yanmalı motorlarda burulma titreşimi kaynaklı oluşan bu problemlerin önüne geçilebilmesi için krank kasnağı kullanılmaktadır [1]. Gelişen teknoloji ile krank kasnaklarının sönüm kabiliyetleri artmış ve farklı tiplerde sönüm elemanı kullanılan krank kasnakları ortaya çıkmıştır [2]. Bu farklı tiplerine rağmen krank kasnağının ana amacı burulma titreşim genliğini kabul edilebilir seviyelere indirmektir. Burulma titreşim damperi poly-V kayış ile klima, kompresör, su pompası ve alternatör gibi motor ön düzeneklerinde bulunan kasnaklara aktarılır [3].



Resim 1. Motor ön düzeneğinin gösterimi [3]

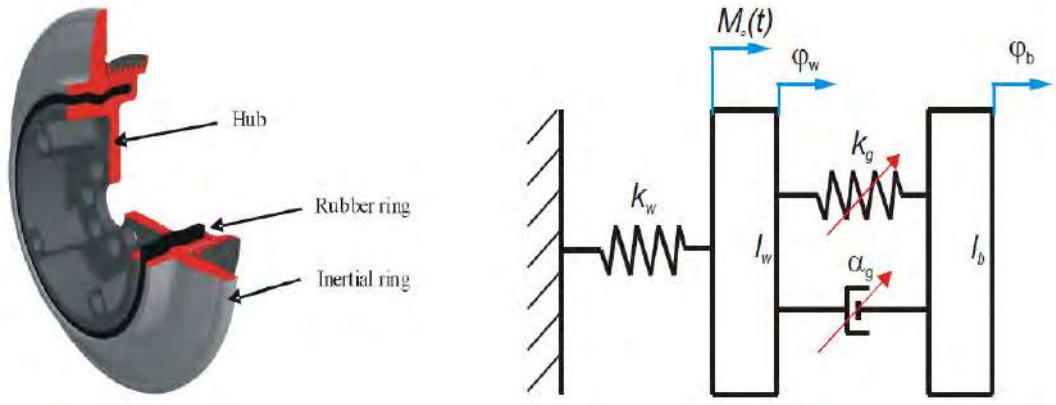
Krank kasnaklarının çalışma ömürleri otomotiv endüstrisinde belirlenen regülasyonlara göre belirlenmektedir. Bu regülasyonlara göre krank kasnaklarından beklenen ömür dayanımı 10 ile 20 milyon arasında değişmektedir. Krank kasnaklarının ömür dayanımı aynı zamanda kauçuk elemanın ömür dayanımıdır. Kauçuk, titreşim sönümleme özelliğinden otomotiv sektörü olmak üzere birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kauçuk ömür tahminleri için bazı deneysel modeller önerilmiştir [4]. Krank kasnaklarının ömür dayanımındaki en önemli parametre rezonans frekansıdır. Kauçuğun belli çevrimlerde çalıştıktan sonra rezonans frekansının değişmesi krank kasnağı çalışma performansını doğrudan etkilemektedir. Krank kasnağı rezonans dayanım testi yüksek çevrim sayılarından dolayı oldukça uzun sürmektedir. Bu uzun sürelerin önüne geçmek için hızlandırılmış test yaklaşımları kullanılarak ömür tahmini yapılabilmektedir. Bu hızlandırılmış test metotları krank kasnağına özgün bir şekilde hazırlanabilmektedir. Bu çalışmanın ana amacı da krank kasnağına özgün bir hızlandırılmış test yaklaşımı sunmaktır.

Bu çalışmada krank kasnağında kullanılan kauçuk bileşeni dinamik dayanım ömrü hızlandırılmış test yaklaşımıyla burulma doğal frekansına bağlı olarak belirlenmiştir. Seçilen bir krank kasnağının birinci atalet kütlesinin kauçuk formu referans alınıp özgün bir kauçuk numunesi üretilmiştir. Bu kauçuk numunesi, krank kasnağında oluşan burulma titreşimini modellemek için kendi doğal frekansında ve belirlenmiş genliklerde kaymaya maruz bırakılmıştır. Bunun için özel bir krank biyel test sistemi tasarlanmış ve testler bu sistemde gerçekleştirilmiştir. Son olarak genlik ve frekansa bağlı ömür tahminleri deneysel verilerden yararlanarak oluşturulmuştur. Oluşturulan tahmin modelin çalışma performansı tartışılmıştır.

1. Krank Kasnağı Dinamiği

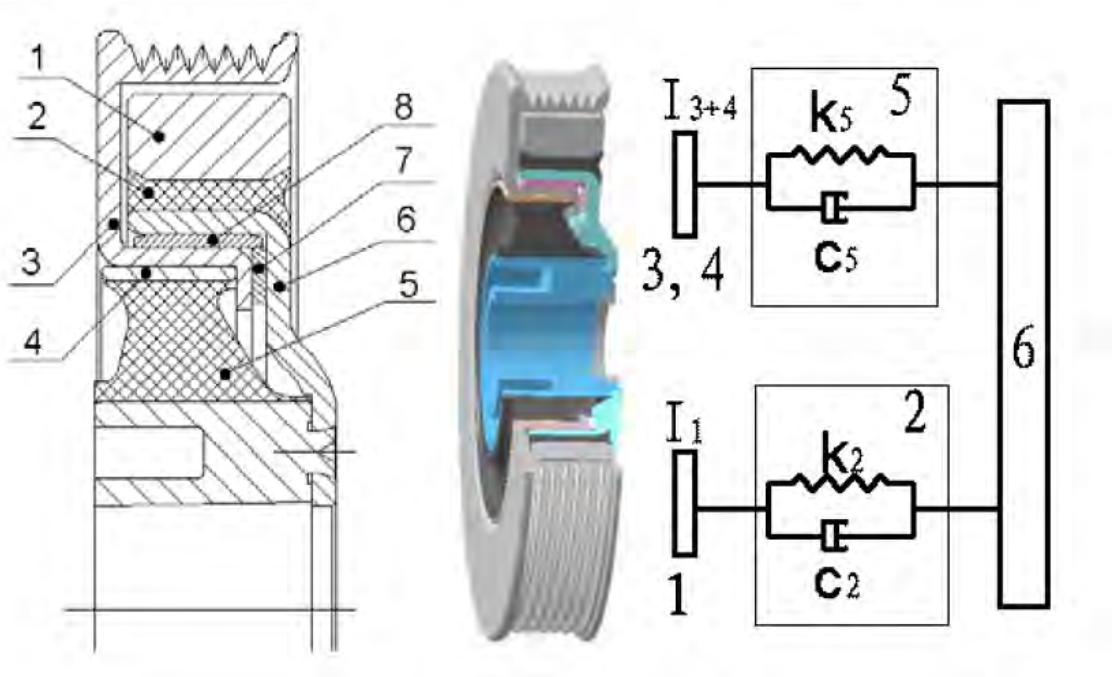
1.1. Krank Kasnağı

Krank kasnakları, krank mili burulma titreşimlerini azaltmak için kullanılmaktadır. Krank milinin dönme sırasında oluşan burulma titreşimleri sisteme zara vermekte ve yorulmalara sebep olmaktadır [3]. İçten yanmalı motorlarda kullanılan krank kasnaklarında dinamik eleman olarak genelde elastomer malzeme kullanılmaktadır. Elastomer malzemeli krank kasnakları kompakt bir yapı içinde bir veya birden çok frekansı hedef alacak şekilde tasarlanabilir ve bu tasarıma göre tek modlu, iki modlu çok modlu gibi isimlendirirler. Tek modlu krankları krank mili ucuna monte edilmiş bir göbek, orta kısmında elastomer ring ve hareketin iletilmesi için kanallı bir yapıya sahip olan dış halkadan oluşmaktadır.



Şekil 2. Tek modlu krank kasnağının şematik gösterimi [5]

Şekil 3'de iki modlu kauçuklu bir krank kasnağı görülmektedir. İki modlu kasnak aynı zamanda iki tek modlunun paralel bağlanmasından oluşur. 6 numaralı parça bir göbektir ve göbek krank miline bağlıdır. Parça 3 (kanallı) ve parça 4 birbirine sıkı geçmiştir ve birinci atalet kütlesini oluşturur. Parça 5 ve atalet kütlesi (3,4) tek modlu sönümleyicisi oluşturur. Parça 7 ve Parça 8 PPS (Polifenilen Sülfit), teflonlu veya metal malzemelerden oluşan parçalardır. Göbeğe (6) temas eden bu iki parçanın (7,8) temas yüzeyleri göreceli hareket edebilir. İkinci atalet kütlesi (flanş), (1) ve parça 2 (elastomer) ikinci tek modlu sönümleyiciyi oluşturur [6,7].

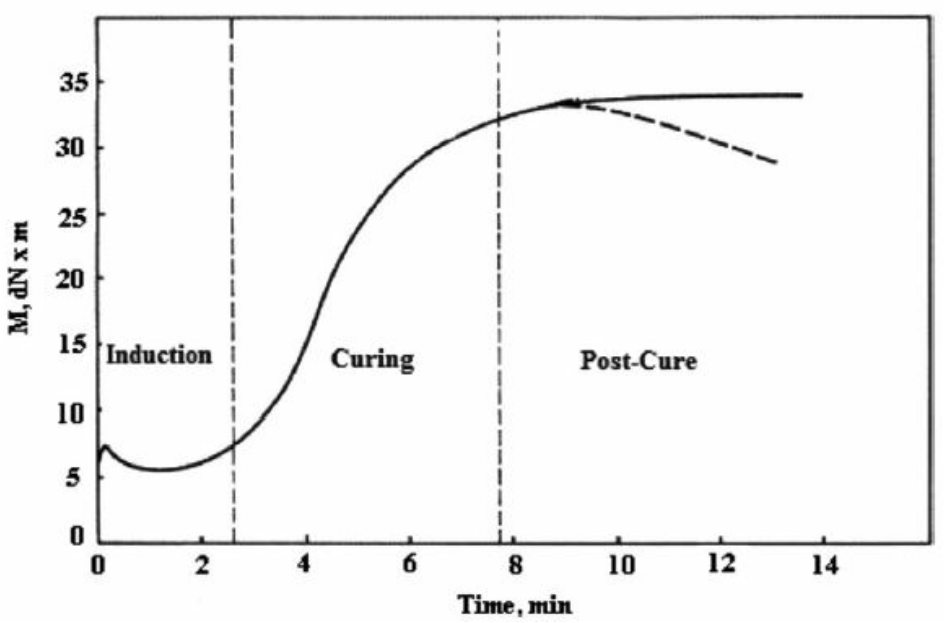


Şekil 3. İki modlu krank kasnağının şematik gösterimi [7]

1.2. Krank kasnağında kauçuk

Tek ve çok modlu krank kasnaklarının doğru çalışması; krank mili burulma rezonans frekansına göre ayarlanması için dinamik karakteristiğinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Dinamik karakteristiği belirleyen en önemli bileşen ise kauçuk elemandır. Kauçuk, uzay ve havacılık, makine, otomotiv ve savunma sanayiinde yaygın olarak titreşim çözümlerinde kullanılan bir malzemedir. Krank kasnaklarında birden fazla kauçuk türü kullanılmaktadır. Doğal kauçuk (NR), etilen propilen dien kauçuk (EPDM), nitril kauçuk (NBR) ve stiren bütadien kauçuk (SBR) gibi kauçuk türleri kullanım yerlerine göre değişmektedir [8]. Krank kasnakların rezonans frekansı sönümlemesinde kullanılan kauçukta sürekli çalışma sıcaklığı, düşük deformasyon, yağa dayanımı ve mekanik (kopma mukavemeti, kopmada uzama, elastikiyet, yırtılma direnci, sürtünmeye dayanım) gibi özelliklerine sahip olması gerekmektedir.

Krank kasnaklarında dinamik karakteristiğin belirlenmesinde kauçuk elemanın ana etken olmasından dolayı, kürlenme karakteristiğinin dinamik özelliklerin belirlenmesinde doğrudan belirleyici bir rolü vardır. Kauçuk malzemelerde kürlenme, optimum süre ve sıcaklıklarda kimyasal yapı değişikliğine uğrayarak (çapraz bağlanma reaksiyonu) kauçuğun istenilen elastik özellikleri kazanmasıdır. Kauçuk kürlenme karakteristiğinin belirlenmesinde kürlenme eğrisinden faydalanılmaktadır. Standartlara uygun şekilde hazırlanan kauçuk numunenin, belirlenen sıcaklıktaki iki plaka arasında basınç ile sıkıştırılarak sinüzoidal bir salınımla zorlanması ve kayma gerilmesine maruz kalmasıyla zamana karşı tork değeri elde edilir. Şekil 4'de kauçuk numunesine yapılmış tipik bir kürlenme eğrisi görülmektedir.



Şekil 4. Kauçuk kürlenme eğrisi [9]

Kürlenme eğrisinde bazı önemli parametreler hem kauçuk kalıplama prosesinde hem de kauçuk dinamik özelliklerinin öngörülmesinde belirleyici olmaktadır. Bu parametreler sırayla ML, MH, t90, ts1'dir. ML ve MH sırasıyla minimum ve maksimum torktur. MH aynı zamanda kauçuktaki katılığı temsil eder. Nihai üründe, özellikle krank kasnağı gibi dinamik karakteristiğin kalıplama süresi ile etkilendiği ürünlerde kürlenme süresinin belirlenmesi oldukça kritiktir [10].

2. Krank Kasnaklarında Ömür Testi

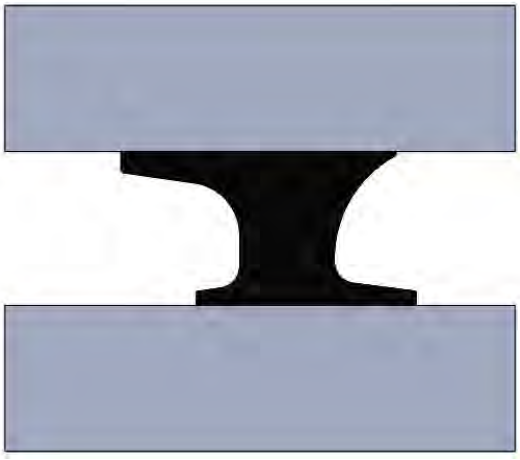
Krank kasnağı krank miline doğrudan bağlı olarak çalışan dinamik bir parçadır. Krank milinde düzensiz patlamalarla meydana gelen burulma titreşimleri krank kasnağı ile absorbe edilir. Krank milinin kritik hızına (kritik burulma frekansı) göre tasarlanan ve o frekansta sönüm gerçekleştiren krank kasnaklarının ömür dayanımlarından en önemli parametre rezonans frekansıdır. Krank kasnaklarının çalışma koşullarında rezonans frekansının ± %5 oranından daha fazla değişmemesi beklenir. Bunun için krank kasnağı çalışma koşulları test sisteminde uygulanır. Krank kasnağı rezonans frekansında belirli burulma genliklerinde 10-20 milyon çevrim arasında çalıştırılır. Yüksek çevrimlerde test süreleri çok uzun olduğundan dolayı endüstriyel uygulamalarda hızlandırılmış test yaklaşımıyla test süreleri düşürülmelidir. Bunun için, krank kasnağında kullanılan kauçuk kesitine uygun numuneler üretilerek bu numunelere doğal frekanslarında kayma gerilmesi uygulanır. Bu kayma gerilmesi krank kasnağından kauçuk elemanının burulmasına eşdeğerdir. Böylece numune üzerinden elde edilen çevrime bağlı ömür eğrisi, çevrime bağlı krank kasnağı ömür eğrisi tahminlerinde kullanılabilmektedir.

2.1 Kauçuk Numunelerin Hazırlanması

Yapılan literatür araştırmaları ışığında, kauçuk ömür tahminlerinde birçok metot kullanılmaktadır. Bu metotlarla birlikte nümerik yaklaşımlar kullanılarak sonlu elemanlar analiziyle ömür tahminleri yapıldığı gibi ömür parametresi belirlenerek parametrik yaklaşımlarla kurulan ömür tahmin modelleri de kullanılmaktadır. Bu kapsamda çevrim sayısı, bir parametrenin fonksiyonu olarak belirlenmekte ve bu parametrenin kauçuk ömrünü etkileyen diğer bir parametreye karşı (genlik, sıcaklık, frekans vb.) değişimi ile ilişkilendirilmektedir. Parametrik yaklaşımlar ile kurulan modellerde, deney sonuçlarına göre elde edilen katsayılarla, kauçuk ömür tahmini belirlenen parametreye göre (örn. genlik) tespit edilebilmektedir. Hızlandırılmış test prosedürü, oluşturulan bu ömür modeli ile test kısıtlarıyla beraber

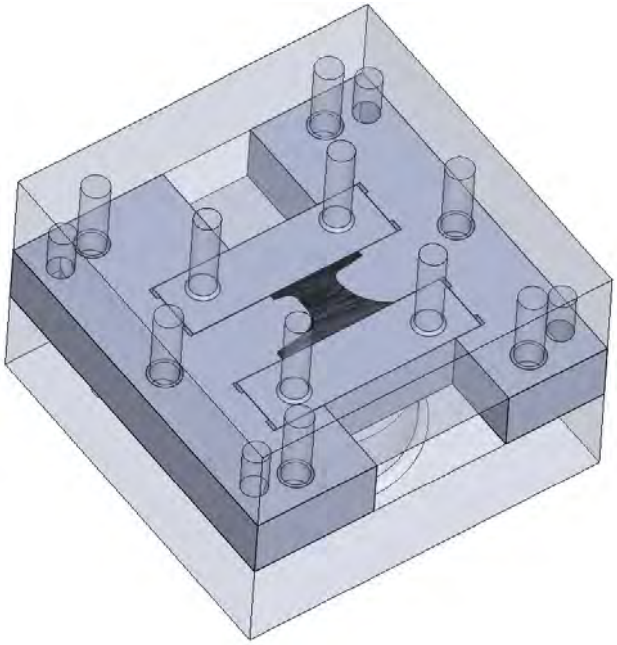
belirlenen ömür parametresine bağlı toplam enerji kaybının eşit tutulması ilkesine göre oluşturulmaktadır.

Numune tasarımı, iki metal parça arasında hedef ürün krank kasnağının birinci atalet kütlesinde kullanılan kauçuk kesit tasarımı gerçekleştirilmiştir. Şekil 5'de kauçuk kesit tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 5. Kauçuk-Metal numune tasarım gösterimi

Numuneler, birinci atalet kütlesinde içerisinde bulunan NR 55 Shore A kauçuk malzeme ile seçilmiştir. Kauçuk için yukarıda bahsedilen kürlenme grafiği elde edilmesi için reometre testleri gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre kürlenmenin tam gerçekleşmesi hedeflenmektedir. Böylece gereğinden fazla kürlenme sonucunda mekanik özellik artışı veya azalışı önlenmiş olmakta, kauçuk beklenen dinamik özelliklere ulaşmaktadır. Kürlenme eğrisinden elde edilen parametreler, kauçuk kalıplama ve kauçuk dinamik özellikleri için belirleyici öneme sahiptir. Bu parametreler göz önünde bulundurularak kompresyon kalıbı ile kauçuk-metal numunelerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Şekil 6 ve 7'de gösterilmektedir.



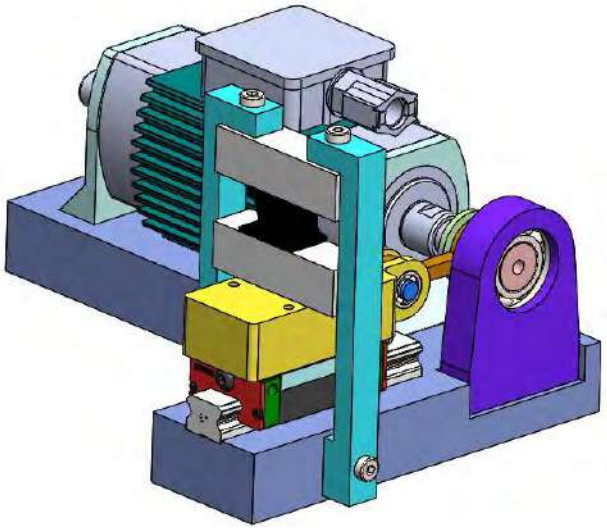
Şekil 6. Numune kompresyon kalıp tasarımı



Şekil 7. Üretimi gerçekleştirilen numuneler

2.2 Hızlandırılmış Test Düzeneğinin Hazırlanması

Kauçuk numuneler için hazırlanan test düzeneği Şekil 8'de gösterilmiştir. Bu test düzeneğine göre krank biyel mekanizması maksimum 50 Hz'e kadar tahrik edilebilmektedir. Bu tahrik Spindle motor ile gerçekleştirilmektedir. Düzeneğin üstüne montajlanan numunenin kayma gerilmesine maruz bırakılması için üst tarafından da sabitlenmiştir. Böylece numune kaymaya maruz bırakılır. Numune doğal frekanslarının ölçümü tek eksenli ivme (model) ve modal çekiç (model) kullanılarak ölçülmüştür. Tek eksenli ivme ölçer ağırlığı ihmal edilebilir seviyededir. Ayrıca genliğin etkisinin incelenmesi için 1, 1.5, 2 ve 2,5 mm deplasmanlarında kayma zorlaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. Hızlandırılmış Test Düzeneği

Numunelere ömür testi aşağıdaki prosedür izlenerek uygulanmıştır:

- Numune doğal frekansı darbe çekiç testiyle ölçülür.
- Motor numune doğal frekansında sürülür.
- Her 1 milyon çevrimde bir doğal frekans ölçülmüştür.
- 5 milyon çevrimde test sonlandırılmıştır.
- Yukarıdaki işlemler her bir genlik için tekrar uygulanmıştır.

Yapılan doğal frekans ölçümlerinde frekansın değişim oranı deplasmana göre çevrime bağlı olarak incelenmiştir.

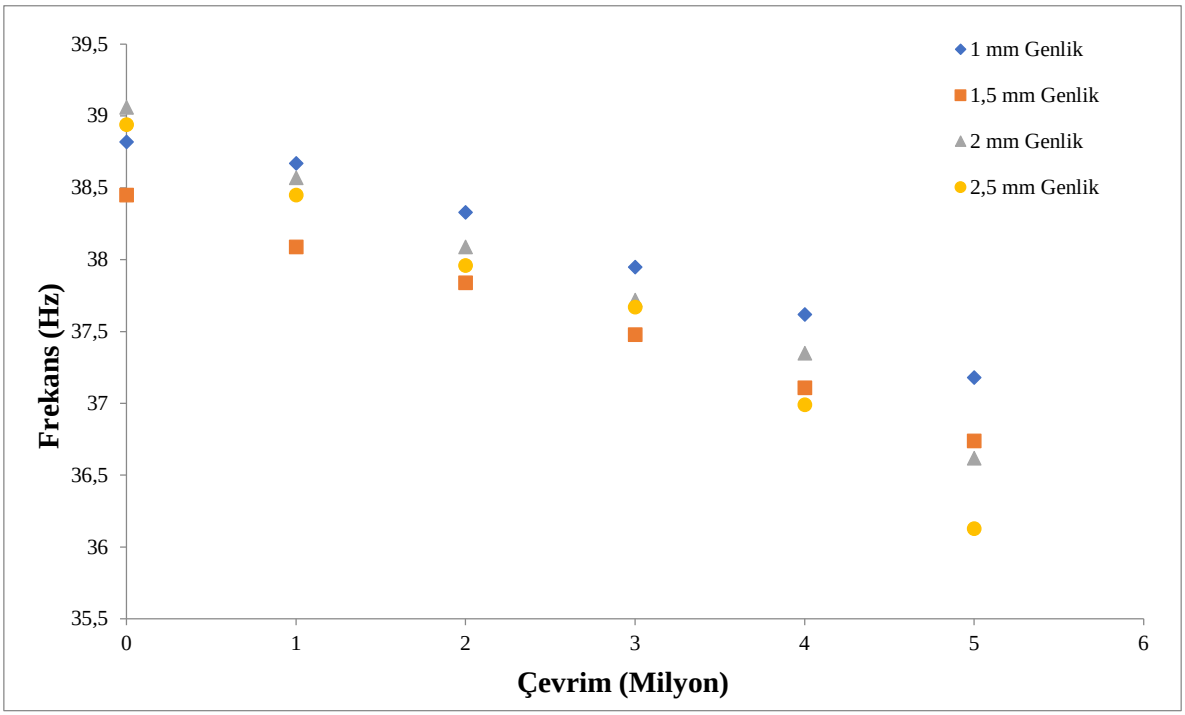
3. Hızlandırılmış Test Prosedürüne Göre Kauçuk Ömür Tahmini

Kauçuk ömür tahmini için geliştirilen deney düzeneği ve hazırlanan numuneler ile sistemik bir çalışma yapılarak parametrik bir yorulma fonksiyonu ve buna bağlı olarak hızlandırılmış dayanım test prosedürü oluşturulmuştur. Bu oluşturulan prosedür ile seri testler gerçekleştirilmiştir.

Numunelerin ilk doğal frekansları ve genliğe göre her bir 1 milyondaki doğal frekansları Tablo 1 de verilmiştir. Ayrıca genliğe bağlı frekans değişimi grafiği Şekil 9'da verilmiştir.

	1 mm	1.5 mm	2 mm	2.5 mm
İlk Frekans	38,82	38,45	39,06	38,94
1 Milyon	38,67	38,09	38,57	38,45
2 Milyon	38,33	37,84	38,09	37,96
3 Milyon	37,95	37,48	37,72	37,67
4 Milyon	37,62	37,11	37,35	36,99
5 Milyon	37,18	36,74	36,62	36,13

Tablo 1. Frekans-çevrim ilişkisi

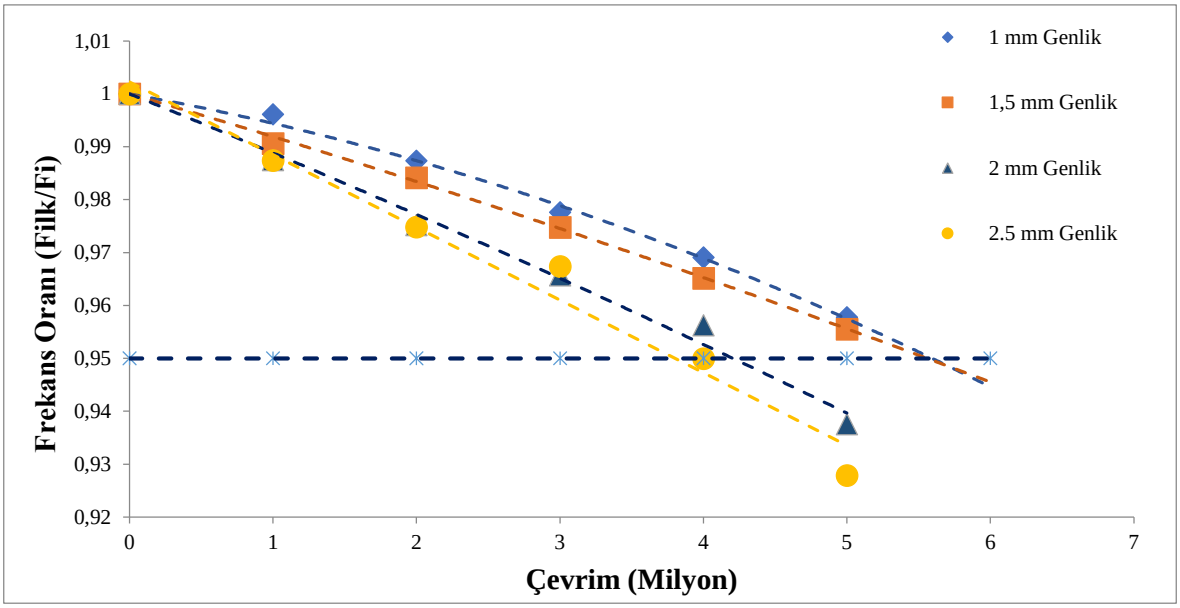


Şekil 9. Frekans-çevrim grafiği

Krank kasnaklarında dayanım, kauçuk malzemenin karakteristiğinin değişimine bağlı olarak doğal frekansın değişimiyle ifade edilmektedir. Bu sebeple bu çalışmada da çevrim sayısı ile frekansın değişimi incelenmiştir. Deney sonuçlarının kolay analiz edilmesi için frekans değerleri maksimum frekans değerine bölünerek (fi/fmax) normalizasyon yapılmıştır. Numune üzerinde yapılan testler sonucunda frekansın çevrim sayısıyla değişimi aşağıdaki şekil 10 ve tablo 2'de gösterilmektedir. Grafikten de görüleceği üzere çevrim sayısı ile birlikte doğal frekansın düşme eğiliminde olduğu, zorlama genliğinin artmasıyla birlikte düşme eğiliminin daha fazla olduğu net olarak görülebilmektedir.

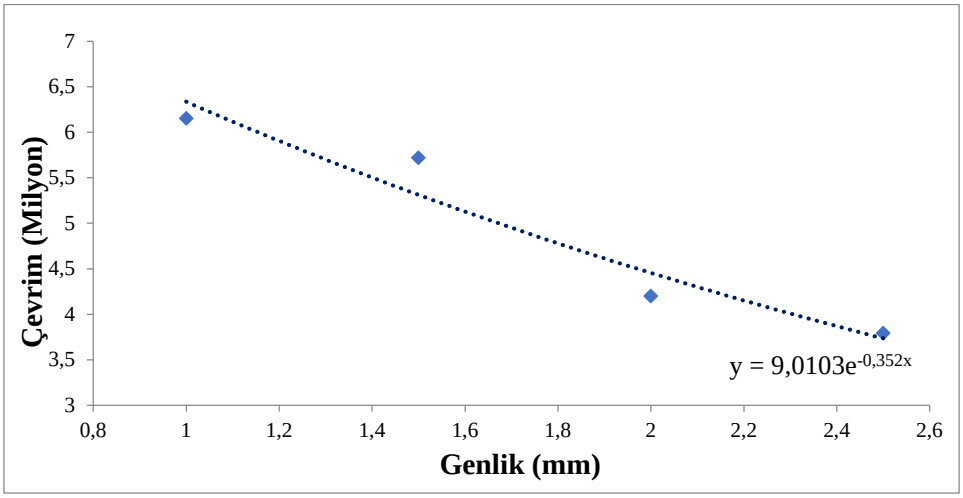
fi/fmax Tablosu				
	1 mm	**1.5 mm**	**2 mm**	**2.5 mm**
İlk Frekans	**1**	**1**	**1**	**1**
1 Milyon	0,9961	0,9906	0,9875	0,9874
2 Milyon	0,9874	0,9841	0,9752	0,9748
3 Milyon	0,9776	0,9748	0,9657	0,9674
4 Milyon	0,9691	0,9651	0,9562	0,9499
5 Milyon	0,9578	0,9555	0,9375	0,9278

Tablo 2. Frekans oranı-çevrim ilişkisi



Şekil 9. Frekans oranı-çevrim grafiği

Kauçuk malzemenin hızlandırılmış yorulma dayanımı karakteristiğini elde etmek için yukarıdaki grafik kullanılarak parametrik bir fonksiyon elde edilmiştir. Frekans değeri (frekanstaki düşme) dayanımın bir ölçüsü olarak verildiği için bu grafikte yatay olarak çizilen eğri eşdeğer yorulma dayanımını ifade etmektedir. Görüldüğü gibi bu yatay eğri farklı genliklerde yapılan testleri farklı noktalarda, diğer bir deyişle farklı çevrim sayılarında kesmektedir. Bu kesişim noktalarındaki sayısal değerler alınarak aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere zorlama genliği ile eşdeğer zorlama çevrim sayısı arasındaki ilişkiyi gösterilen grafik çizilmiştir.



Şekil 10. Çevrim-genlik grafiği

Grafikten görüldüğü üzere, genliğin artışı ile yorulma dayanımı arasında doğrusal olmayan bir ilişki gözlenmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar da göz önüne alınarak, elde edilen veriler üzerinden çevrim sayısının genliğin bir fonksiyonu olarak ifade edecek şekilde logaritmik/üstsel bir eğri uydurulmuş ve bu eğrinin fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$N = f(A) = 9{,}0103e^{(-0{,}352x)}$$

Bu fonksiyon kullanılarak numuneler için gerçekleştirilmesi düşünülen hızlandırılmış testler planlanabilir. Örneğin, testlerin hedeflenen yorulma dayanımı için ±1 mm genlikte gerçekleştirilmesi planlanıyor ise numunenin 6.336.764 çevrim zorlanması gerekmektedir. Bunun yerine aynı numune ±2 mm genlikte zorlandığında gerekli çevrim sayısı 4.456.520 olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, planlanan bu %29,67 kadar hızlandırılabilir.

4. SONUÇ

Krank kasnaklarında rezonans dayanım testleri 10-20 milyon çevrim sürelerinden dolayı oldukça uzun sürmektedir ve endüstriyel uygulamalarda bu uzun test sürelerinin azaltılması test maliyetleri ve enerji kullanımı açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, krank kasnağı hızlandırılmış dayanım test prosedürü oluşturulmuştur. Bu test prosedürü oluşturulurken krank kasnağı kauçuk kesiti referans alınmış ve buna uygun numuneler üretilmiştir. Bu numuneler krank biyel sistemiyle çalışan bir test düzeneğinde doğal frekansında kayma zorlamasına bırakılmıştır. Kayma zorlaması krank kasnağında kauçuk elemanın burulmasına eşdeğerdir. Oluşturulan test prosedürüne göre numunelerin farklı genliklerde (1, 1.5, 2 ve 2,5 mm) test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar için önce çevrime bağlı farklı genlikler için frekans oranı-çevrim ilişkisi kurulmuştur. Bu ilişkide, oluşturulan eğrilerin kabul edilebilir frekans oranına (± %5) çekilen sınır doğrusuyla kesişim noktalarındaki çevrim sayıları belirlenmiştir. Belirlenen çevrim sayılarına göre, genliğe bağlı yorulma çevrim sayısı ilişkisi kurulmuş ve uydurulan eğri üstsel bir fonksiyonlar ifade edilmiştir. Bu fonksiyona göre değişkene girilen genlik miktarı, krank kasnağı burulma frekansının ± %5 değiştiği çevrim sayısını verecektir. Çevrim sayısı eğer regülasyonda belirtilen dayanım limitini aşmıyorsa ömür dayanımı kriterinin sağlandığı söylenebilir. Bu modelin çalışma performansının iyileştirilmesi için birçok farklı krank kasnağı kauçuk elemanları test edilmesi ve deney verileri arttırılmalıdır. Buna göre model üzerinde uygun katsayı değişimleri yapılabilir.

5. TEŞEKKÜR BÖLÜMÜ

Bu çalışma, KENTPAR Otomotiv Ar-Ge Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar KENTPAR Otomotiv'e sunulan laboratuvar desteği için teşekkür eder.

Kaynakça

[1] Kaplan C., Erkeç A. H., Karaçay T., (2018) "Özgün Krank Kasnağının Krank Mili Burulma Titreşimine Etkisinin Deneysel İncelenmesi", 3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2018) Çukurova University, Congress Center, October 24-26, 2018, pp. 885-889, Paper ID:331

[2] Homik. W., (2011) "Damping of torsional vibrations of ship engine crankshafts – general selection methods of viscous vibration damper", POLISH MARITIME RESEARCH 3(70), Vol 18; pp.43-47.

[3] Silva C.A.F., Manin L., Rinaldi R.G., Besnier E., Remond D., (2019) "Dynamics of Torsional Vibration Damper (TVD) pulley, implementation of a rubber elastomeric behavior, simulations and experiments", DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2019.103583.

[4] Zhang J., Xue F., Wang Y., Zhang X., Han S., (2018) "Strain energy-based rubber fatigue life prediction under the influence of temperature", R. Soc. open sci. 5: 180951. http://dx.doi.org/10.1098/rsos.180951.

[5] Homik W., Grzybowski P. (2015), "The simulation model of small-dimension rubbery torsional vibration damper" Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 6, 2015, p. 78-82. Accepted 6 October 2015; published 9 October 2015.

[6] Erkeç A. H., Ünal F. Ö., Karaçay T. (2018), "Krank Kasnağı Burulma Karakteristiğinin Belirlenmesi" International Automotive Technologies Congress, OTEKON 2018, p. 878-884.

[7] Shangguan, W. (2007), "Multi-Mode and Rubber-Damped Torsional Vibration Absorbers for Engine Crankshaft Systems, SAE Techinal Paper Series, 2007-01-2992 KHIMI S., R., PICKERING, K., L. (2013), Applied Polymer Science, Volume 131, Issue 6.

[8] Nagar A., Chokkalingam V., Umashankar N., Ravi S. S., (2013) "Technical Paper Series-Improvement in Crank Train Torsional Vibration (TV) Performance of Multi-Cylinder Diesel Engine" SAE Technical Paper Series [SAE International 8th SAEINDIA International Mobility Conference & Exposition and Commercial Vehicle Engineering Congress 2013 (SIMCOMVEC)-(DEC. 04, 2013)] SAE, DOI: 10.4271/2013-01-2777.

[9] KHIMI S., R., PICKERING, K., L. (2013), Applied Polymer Science, Volume 131, Issue 6.

[10] Kaplan C., Ünal F. Ö., Karaçay T. (2019), "Karank Kasnaklarında Kauçuk Kürlenme Sürecinin Dinamik Karakteristiğe Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi" 6th International Multidisciplinary Studies Congress (26-27 April 2019) p. 455-465.

Performance Analysis of a PEM Fuel Cell Stack by Using Design of Experiments (DOE)

Dr. Elif EKER KAHVECİ*

Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department Sakarya University, Sakarya, TURKEY

Prof. Dr. Imdat TAYMAZ

Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department Sakarya University Sakarya, TURKEY

ABSTRACT

In this study, the effects of operating parameters on power density of a 3-cell PEMFC stack with serpentine flow channels having 150 cm^2 total active layer have been examined experimentally. Desing Expert, which is the experimental design program (trial version) was used, and the data obtained as a result of the experiments were analyzed by entering this program. A total of 25 experiments were carried out according to the design created with the data entered into the program within the specified operating conditions range. The independent variables were entered which are cell temperature, humidification temperature, H_2 flow rate and O_2 flow rate, and the response is the power density. In this study, the hydrophobic cell stack which has the highest cell performance of which was previous studies results was used. In the optimization study, keeping the power density and maximum H_2 flow to a minimum, the most suitable values are cell temperature 57.826°C, humidification temperature 56.151°C, O_2 flow 1.587 L/min. Finally 432.398 mW/cm^2 power density value was obtained under these operating conditions.

Keywords: Design Expert, PEM fuel cell stack, Optimization

INTRODUCTION

It is accepted by many scientists that hydrogen energy system is the most advanced technology that can continuously meet the increasing energy needs of the world without polluting the environment. One of the most economical and efficient technologies using hydrogen energy is fuel cell technology. Fuel cells are the systems that convert the energy of the oxidizer (air or oxygen) which is continuously fed to the cathode side into electrical energy as a result of the electrochemical reactions [1]. As a result of this transformation, only water and heat are released as combustion products. When hydrogen is used as a fuel, only water is produced as an emission shows that it is an environmentally friendly energy source

and the ability to work and produce electricity as long as the fuel is supplied shows that it is a continuous energy source. High efficiency, low operating temperature (below 100°C) depending on fuel cell type, no moving parts and therefore vibration-free operation, fast response time, low mechanical parts and low emissions are counted as the main advantages of automotive and battery has been proposed as an ideal power source for a variety of applications such as industry.

In recent years, studies conducted by researchers show that there has been much progress in optimization theories and techniques through the application of numerical analysis and engineering. Especially with the increase of software using the response surface methodology and optimization studies on fuel cells have increased as well as in other science fields.

Boyacı et al. [2] in the study of investigated how the contact angle, surface roughness and hydrogen flow rate arguments of PEM fuel cells affect the cell power as output by using a response surface method with an active area of 50 cm^2.Silva et al. [3] studied the effect of these variables on power density directly by entering methanol concentration, air and methanol flow rate, temperature and relative humidity values as independent variables in operating parameters of methanol fuel cells. Similarly, Kanani et al. [4] PEM has developed a model that optimizes anode and cathode stoichiometry ratios, relative humidity values and inlet gas temperatures from operating parameters to achieve maximum fuel cell performance. Wahdame et al. [5] examined the pressure and gas flow variables using the experimental design in a 20-cell and 500 W PEM fuel cell stack. Another common study for PEM fuel cells is the effect of pressing time, temperature and pressure on battery performance, which is one of the hot pressing parameters in the production of MEA [6,7]

Desing Expert, which is the experimental design program (trial version) was used, and the data obtained as a result of the experiments were analyzed by entering this program.

In this study the central composite design (CCD) was performed with four variables to investigate the effect of variables on the response using Design-Expert 11.0 (trial version). Cell temperature, hydrogen flow rate, oxygen flow rate and humidification temperature were selected as independent variables. In addition, the power density was used as response to determine the combined effects of these variables.

EXPERIMENTAL STUDY

Desing of Experiments

Design of Experiments can be used to develop all components of PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell). The experiment is designed to allow the estimation of factor interactions. Therefore it gives an idea about the (local) shape of the investigated response surface. RSM designs are used to find improved or optimal process settings, troubleshoot process problems and weak points, and to make a product or a process more robust against external and non-controllable influences [8].

Response surface methodology (RSM) consists of a group of mathematical and statistical techniques that can be used to define the relationships between the response and the independent variables and helps researchers to build models, evaluate the effects of several factors and establish the optimum conditions for the desired responses. It is possible to separate an optimization study using RSM into three stages. The first stage is the preliminary work in which the determination of the independent parameters and their levels are carried out. The second stage is the selection of the experimental design and the prediction and verification of the model equation. The last one is obtaining the response surface plot and contour plot of the response as a function of the independent parameters and determination of optimum points. [9].

In this study the central composite design (CCD) was performed with four variables to investigate the effect of variables on the response using Design-Expert 11.0 (trial version). Cell temperature, hydrogen flow rate, oxygen flow rate and humidification temperature were selected as independent variables. In addition, the power density was used as response to determine the combined effects of these variables.

The total number of experiments with four variables is 25. In addition to analyzing the effects of these variables, a quadratic model Eq. (1) was chosen in terms of independent variables for this experimental methodology.

$$Y = \beta_0 + \sum_{\mathrm{I}=1}^{4} \beta_i X_i + \sum_{\mathrm{I}=1}^{4} \beta_{ii} {X_i}^2 + \sum_{i=1}^{4} \sum_{j=1+i}^{4} \beta_{ij} X_i X_j + e \qquad (1)$$

Y is response variable (power density), X_i terms are the main factors, β_i terms are the linear coefficients,β_0 term is the constant coefficient, β_{ii} terms are the quadratic coefficients for the variable i and β_{ij} terms are the linear model coefficients for the interaction between the variables i and j.

Material and Method

Membrane electrode unit for fuel cell was prepared in TUBITAK MAM laboratories. Vulcan (20%) Pt catalyst was used as catalyst, SIGRACET 29BC coded commercial carbon paper was used as gas diffusion layer and Nafion XL was used as membrane. The anode and cathode sides of the membrane were coated with the same catalyst. The catalyst load of the MEUs is constant and is 0.6 mg/cm^2.

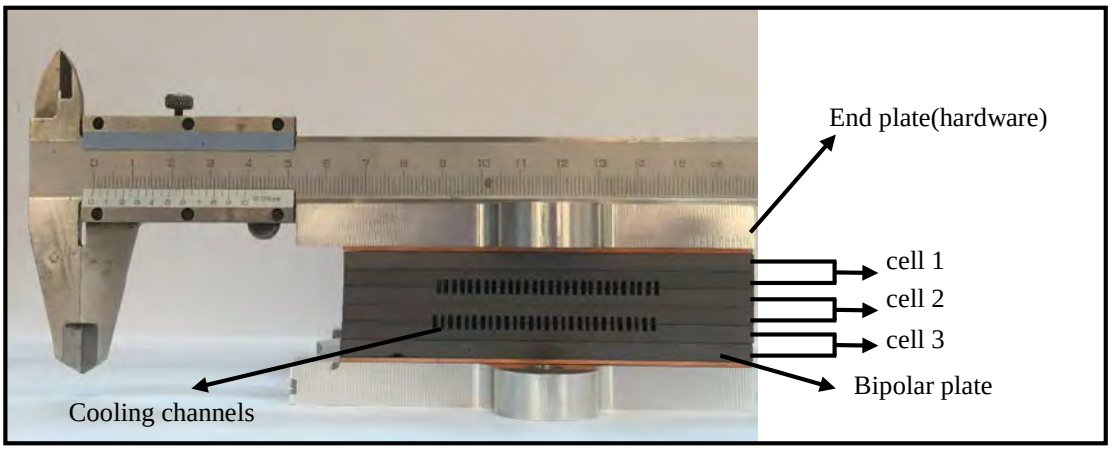


Figure 1. Experimental 3-cell PEMFC stack

For performance tests, a 3-cell stack (Figure 1) was assembled in the TUBITAK MAM Fuel Cell Group Laboratories and the existing test setup was used. The device can measure up to about 2 kW in the form of a single cell or stack. In the test system, hydrogen, oxygen and air can be used as the reactant gas, and these gases can be sent to the cell in humid conditions by passing through the humidifier, which can be temperature controlled. On the main screen anode and cathode humidity, anode and cathode line temperature and cell temperature control panel, at the same time the input gas flow rate panel, electronic load and test data collection system that collects the current system is collected in.

RESULTS AND DISCUSSION

It was used the optimization tab of Design Expert 11.0 (trial version) software to determine the maximum power density under ambient conditions. While the criteria for the operating environment was determining, the power density was selected as the maximum degree of importance due to the goal is to achieve the maximum power density. An analysis of variance (ANOVA) was performed to verify the significance of this quadratic model.(Table 1)

Table 1. Results of ANOVA (Analysis of Variance)

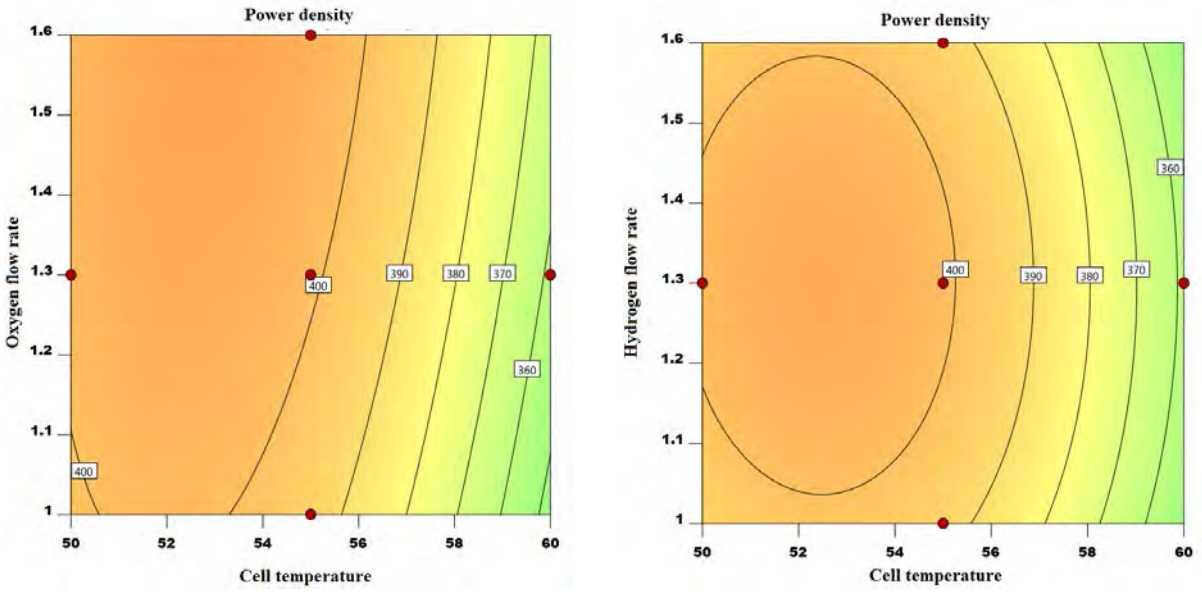
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	Source
Model	50322.05	14	3594.43	4.50	0.0108	significant
A-Pil sıcaklığı	8546.04	1	8546.04	10.71	0.0084	
B-Nem sıcaklığı	24255.03	1	24255.03	30.40	0.0003	
C-Hidrojen debisi	0.9476	1	0.9476	0.0012	0.9732	
D-Oksijen debisi	601.00	1	601.00	0.7532	0.4058	
AB	562.52	1	562.52	0.7050	0.4207	
AC	5.35	1	5.35	0.0067	0.9364	
AD	256.72	1	256.72	0.3217	0.5831	
BC	470.13	1	470.13	0.5892	0.4605	
BD	2229.49	1	2229.49	2.79	0.1256	
CD	481.91	1	481.91	0.6040	0.4551	
A^2	1133.05	1	1133.05	1.42	0.2609	

B^2	1915.17	1	1915.17	2.40	0.1524
C^2	170.94	1	170.94	0.2142	0.6534
D^2	7.56	1	7.56	0.0095	0.9244

Std. Dev.	28.25	**R^2**	0.8631
Mean	359.11	**Adjusted R^2**	0.6715
C.V. %	7.87	**Predicted R^2**	0.5974
		Adeq Precision	6.6463

The model regression coefficient, R^2 is 0.8631 indicating that almost all the data variance can be described by the empirical model. The Model F-value of 4.5 implies the model is significant.Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, B, D are significant model terms.Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. The "Pred R Squared" of 0.5974 is as close to the "Adj R-Squared" of 0.6715 as one might normally expect. A ratio greater than 4 is desirable. Based on regression analysis, the following quadratic equation Eq. (2) has been suggested a mathematical model for the data.

Power density = +401,18 +20,20 A +39,07 B +10,30 C +23,17 D +5,93 AB -0,5781 AC +
4,01 AD +5,42 BC +11,80 BD -5,49 CD -21,09 A^2 -27,42 B^2 -8,19 C^2 -1,72 D^2 +2,84 ABC +
2,51 ABD -7,19 ACD -10,77 BCD -2,66 A^2B -11,33 A^2C -19,57 A^2D -47,24 AB^2 (2)

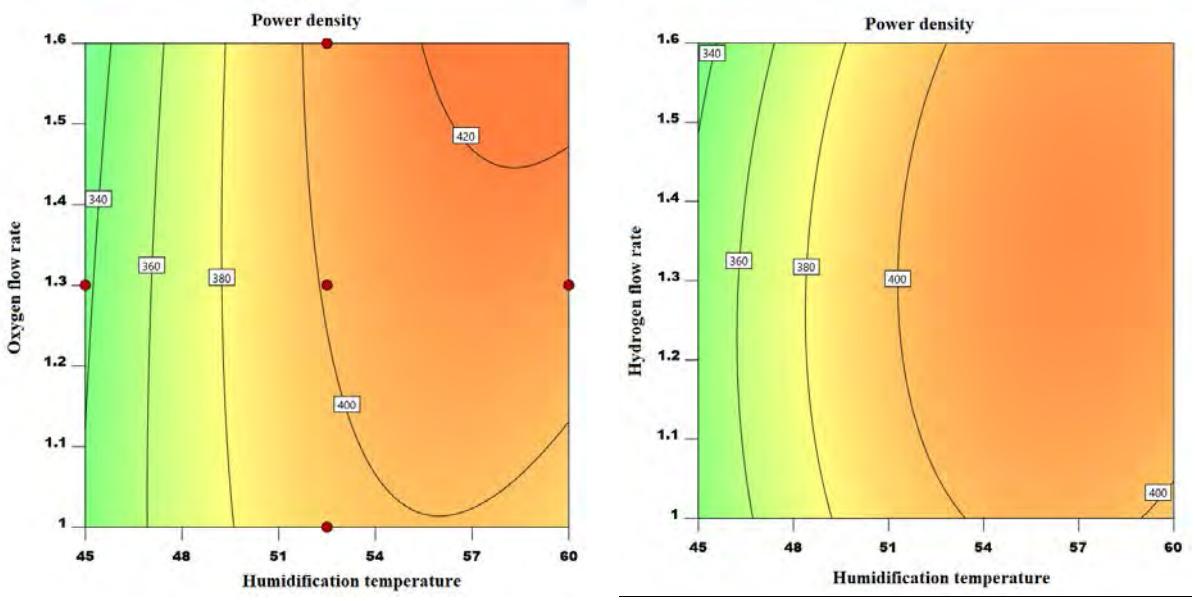


(a) (b)

Figure 2. Power density as functions of (a) O_2 flow rate-cell temperature, (b)H_2 flow rate-cell temperature

Figure 2(a) and 2(b) show the surface curves of the power density that give the variation of the cell temperature and H_2-O_2 flow rates selected as independent parameters. Either way, the increase in the cell temperature at low flow rates did not create a significant increase in performance, but with the increase in flow rates, the performance increased up to 56°C, and then the increase in the cell

temperature decreased the power density. The reasons for this can be said that the membrane dries at high cell temperature, sweeping the water formed as a result of reactions with high flow rates and not effecting the membrane moistening.



(a) (b)

Figure 3. Power density as functions of (a) O_2 flow rate-hum. temperature, (b)H_2 flow rate-hum. Temperature

Similarly, in Figure 3(a) and 3(b), the increase in the O_2 flow rate had no significant effect on the increase in power density up to a humidity temperature of about 51°C, but reached a maximum value of 1.6 L/min at higher humidity temperature. As can be seen from both figures, low gas flow rates increase the humidification temperature up to 57°C, increasing the power density and then decreasing. At high flow rates, it reached maximum values at high humidification temperature.

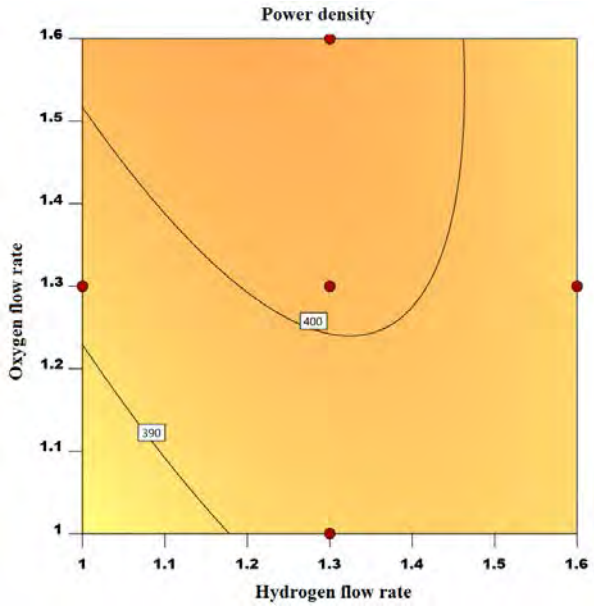


Figure 4. Power density as functions of O_2 flow rate and H_2 flow rate

When calculating the power density, the current values read according to the values between 1.3-2.5 V entered into the test system interface are noted, then power is calculated with the results of current value obtained at 1.8 V from all the experiments completed (W), then 3-cell fuel The power density in mW/cm^2 was divided by dividing the cell stack into the active area. Figure 4 shows the effect of H_2 and O_2 flow rate on power density at constant cell and humidification temperature. If both flow rates are high, the power density has reached the highest value. However, as can be seen from the figure, O_2 flow rate is more effective in increasing the power density.

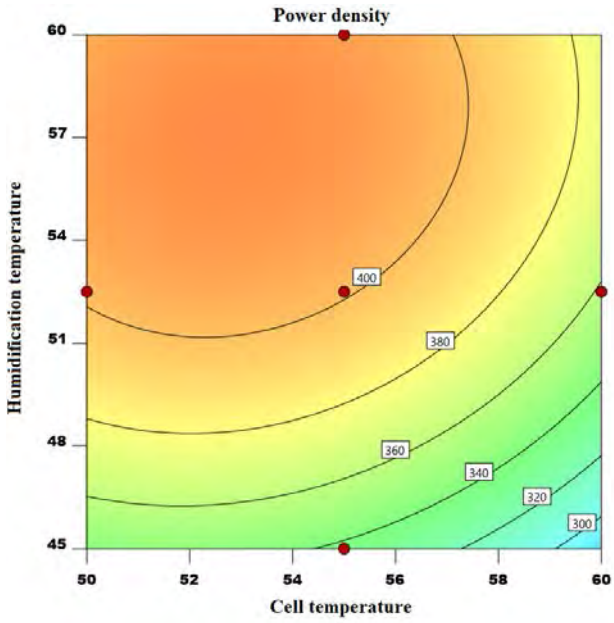


Figure 5. Power density as functions of humidification and cell temperature

Figure 5 shows the curve giving the variation of power density with cell temperature and humidity temperature. Membrane drying is observed at cell temperatures higher than humidification temperatures. This results in poor performance. For example, at low humidity temperatures of up to 50°C, the increase in cell temperature has reduced the power density. At a low cell temperature, the performance improved as the humidification temperature increased from 45°C to 60°C. Maximum power density values have been reached at cell temperatures of 54°C and higher humidification temperatures. However, after the 60°C humidity temperature, increases after the cell temperature of 54°C reduced the power density. These decreases can be said that the high humidity value and the excess water formed due to the reaction rate at high temperature cause flooding in the channels.

CONCLUCIONS

In the experimental design and optimization study, the hydrophobic cell stack with the highest cell performance obtained from the previous study was used. The effects of cell temperature, humidification

temperature, H_2 and O_2 flow rates on power density were investigated in a total of 25 experiments which were created by Design Expert 11.0 (trial version). In the optimization study, keeping the power density maximum and H_2 flow to a minimum, the most suitable values are cell temperature 57,826°C, humidification temperature 56,151°C and oxygen flow 1,587 L/min. 432,398 mW/cm^2 power density value was obtained under these operating conditions.

Acknowledgments

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK). Project Number: 216M045.

REFERANCES

[1] P.Gevorkian, Sustainable energy systems engineering (Mc Graw Hill, USA, 2007)

[2] F.G.B. San, I.I. Gulsac, O. Okur, Energ. 55: 1067-1075 (2013)

[3] V.B. Silva, A. Rouboa, Appl. Math. Comput. 218 6733-6743 (2012)

[4] H. Kanani, M. Shams, M. Hasheminasad, A. Bozorgnezha, Energ Convers Manage. 93,9-22 (2015)

[5] B. Wahdame, D. Candusso, X. François, F. Harel, J.M. Kauffmann, G. Coquery, Int. J. Hydrogen Energ. 34,967-980 (2009)

[6] U.A. Hasran, S.K. Kamarudin, W.R.W. Daud, B.Y. Majlis, A.B. Mohamad, A.A.H. Kadhum, M.M. Ahmad, Int. J. Hydrogen Energ. 38,9484-9493 (2013)

[7] O.Okur, Ç.K. İyigün, F.G.B. San, E. Okumuş, G. Behmenyar, Energ. 57, 574-580 (2013)

[8] R.H. Myers, D.C. Montgomery, Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments (John Wiley and Sons, USA,2002)

[9] B. Koç, F.K. Ertekin, Gıda Dergisi 35 1-8 (2009)

Yüksek Procalcitonin ve Eritrosit Sedimantasyon Hızı Değerlerinin Yoğun Bakım Mortalite Oranları Üzerindeki Etkisi

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Şahin Tutak

Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı

Özet

Bu çalışmanın amacı yoğun bakım ünitesine(YBÜ) kabul edilen hastaların kabul eritrosit sedimantasyon hızı(ESH), C-reaktif protein(CRP), procalcitonin(PCT) değerlerine göre mortalitenin tahmin edilip edilemeyeceğini saptamak.

Çalışmaya Haziran 2017 ile ocak 2018 tarihleri arasında Dahili YBÜ sine kabul edilen hastaların laboratuar verileri retrospektif olarak incelendi. YBÜ sine kabul akut faz reaktanlarından CRP, ESH, PCT değerleri olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar ex olan ve olmayan şeklinde iki gruba ayrıldı.

Çalışmaya alınana 161 hastanın 63 ex oldu (%39.14). Ex olanlar ile canlı kalan hastalar arasında cinsiyet, yaş , lökosit(white blood cell=WBC), hemoglobin(Hgb)arasında istatiksel bir fark yoktu. CRP değeri ex olanlarda daha yüksekti ancak p değeri anlamlı değildi (0.027). ESH ve PCT değeri ex olan grupta daha yüksekti ve p değeri anlamlıydı(<0.001).

YBÜ'ye kabul edilen kritik hastalarda; CRP değerleri yüksektir, ancak hastalığın prognozunu tahminde CRP değeri ESH ve PCT değeri kadar belirleyici değildir sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yoğun bakım ünitesi, mortalite, Eritrosit sedimantasyon hızı(ESH), procalcitonin(PCT)

Effect of High Procalcitonin and Erythrocyte Sedimentation Rate on Intensive Care Mortality

Abstract

The aim of this study was to determine whether mortality can be predicted according to admission erythrocyte sedimentation rate (ESR), C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT) values of patients admitted to the intensive care unit (ICU). Laboratory data of patients admitted to Internal ICU between June 2017 and January 2018 were analyzed retrospectively. Patients with CRP, ESR and PCT values of the

acute phase reactants admitted to the ICU were included in the study. The patients were divided into two groups as dead and alive.

Results: Of the 161 patients included in the study, 63 dead (39.14%). There was no statistical difference between sex, age, leukocyte (WBC) and hemoglobin (Hgb) between the dead surviving and surviving patients. CRP values were higher in patients with dead, but p value was not significant (0.027). ESR and PCT values were higher in the dead group and p value was significant (<0.001).

Conclusion: In critical patients admitted to ICU; CRP values are high, but it is concluded that CRP value is not as determinant as ESH and PCT value in predicting the prognosis of the disease.

Keywords: Intensive care unit, mortality, Erythrocyte sedimentation rate (ESR), procalcitonin (PCT)

GİRİŞ:

Kritik hastaların takip edildiği birimler olan Yoğun Bakım Ünite(YBÜ) lerinde mortalite oranı yüksektir. YBÜ mortalite oranları % 15 -30 oranında değişkenlik göstermektedir(1-2). Mortaliteyi etkileme açısından şiddet skorları, eşlik eden organ yetmezlikleri, yaş, cinsiyet ve akut faz reaktanları, hemogram vb değerleri karşılaştırmalar yapılmıştır. Mortaliteyi etkileyen faktörler konusunda yapılan çeşitli çalışmalarda sonuçlar birbirinden farklıdır(2).

Akut faz reaktanları (AFR) inflamasyon durumlarında serum konsantrasyonları inflamasyona yanıt olarak en az %25 artan veya azalan proteinlerdir. Pozitif AFR'ler arasında eritrosit sedimentasyon hızı (ESH), C-reaktif protein (CRP), prokalsitonin (PCT) en fazla kullanılmaktadır(3). İnlamatuvar yanıt, enfeksiyon veya travma, malignansi veya otoimmün hastalıklar gibi enfeksiyon dışı inflamasyona bağlı olarak gelişebilir. AFR enfeksiyon ve diğer inflamatuvar olayların varlığı ve yoğunluğunu gösterir ancak bunların hangi hastalığa bağlı olduğunu spesifik olarak göstermez.

Bu çalışmada YBÜ kabul edilen hastaların kabul PCT, ESH, CRP değerlerinin mortalite üzerindeki etkisini inceledik. Amacımız hastaların YBÜ kabul AFR değerlerinin mortaliteyi tahmin etmede yardımcı olup olamayacağını saptamak.

Metod:

Çalışmaya Dahili YBÜ sine Haziran 2017 ile Ocak 2018 tarihleri arasında kabul edilen hastalar elektronik kayıt sisteminden taranarak retrospektif olarak dahil edildi. Çalışma

retrospektif olması ve tamamı takipli hastalarımız olması nedeniyle etik kurul onay başvurusu yapılmadı Çalışmada kanser hastaları, masif transfüzyon almış hastalar, ilk 24 saat içerisinde ex olan hastalar , 15 yaşdan küçük, 98 yaşından büyük hastalar , gebeler , YBÜ sine kabul ESH, CRP, PCT değerleri olmayan hastalar dışlandı. Bu kriterlere uyan toplam 161 hasta alındı. Ex olan ve olmayan şeklinde gruplandırılan hasta grupları arasında yaş, cinsiyet, PCT, ESH, CRP, lökosit(White blood cell=WBC), Hemoglobin (Hgb) değerleri istatiksel olarak karşılaştırıldı.

İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

Değişkenlerin analizinde SPSS 25.0(IBM Corparation, Armonk, New York, United States)programı kullanıldı.Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ilevaryans homojenliği Leveneiledeğerlendirildi.Bağımsıziki grubun nicel verilere göre birbiri ile karşılaştırılmasındaparametrik testlerden Independent-Samples T testi Bootstrap sonuçlarıyla birlikte kullanılırkennonparametrik testlerden Mann-Whitney U testi Monte Carlo simülasyon tekniği ile kullanıldı. Kategorik değişkenlerinbirbiri ile karşılaştırılmasında ise PearsonChi-SquareExact sonuçları ile test edildi. Niceldeğişkenler tablolarda Ortalama±SS(Standart Sapma)ve medyan(Minimum / Maximum), kategorik değişkenler ise n(%) olarak gösterildi. Değişkenler %95 güven düzeyinde incelenmiş olup p değeri 0,05 ten küçük anlamlı kabul edildi.

Bulgular:

Çalışmaya alınan 161 hastanın %39.14 ex oldu (n:63). Ex olan ve olmayan hasta gruplarının yaş ortalamaları arasında p değeri istatiksel bir fark yoktu(0.200)(Tablo 1) . Ex olanlar ile canlı kalan hastalar arasında cinsiyet, WBC, Hgb arasında istatiksel bir fark yoktu. CRP değeri ex olanlarda daha yüksekti ancak p değeri anlamlı değildi (0.027)(Tablo 1, Figür 2). ESH ve PCT değeri ex olan grupta daha yüksekti ve p değeri anlamlıydı (<0.001)(Tablo 1, Figür 1,3)

Tartışma:

YBÜ lerinde, tüm nedenlere bağlı ölüm oranları diğer hastane birimlerine göre daha yüksektir. YBÜ leri arasında mortalite oranları farklılık gösterebilir. Ülkemizde yapılan iki farklı çalışmada mortalite oranlarını %43 ve % 52.3 şeklinde bildirilmiş(4-6).Yaptığımız çalışmada mortalite oranımız %39.14 idi. Literatür ile uyumlu, ancak hasta sayımızın az olmasının oranları etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

Yaş YBÜ mortalitesi üzerinde oldukça etkindir (4). Çalışmamızda hastaların yaş ortalmalarının benzer olmalarının ve aradaki farkın istatiksel olarak anlamlı olmayışı hasta sayısının az olmasına bağlanabilir. Ayrıca 65 yaş üstü ve altı şeklinde gruplandırılan hasta grupları olduğunda sonuçların farklı olacağı kanaatindeyiz.

YBÜ lerinde mortalitenin CRP, ile ilişkisi olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir [7-9]. Bizim çalışmamızda da CRP düzeyleri ex olan grupta daha yüksek, ancak p değeri anlamlı değildi.YBÜ mortalitesi üzerinde PCT etkindir(10). YBÜ PCT düzeyi yüksekliği mortalite ile ilişkili olduğu, CRP ve WBC artışlar mortaliteyi öngöremeyeceği görüşünün yanında(11), YBÜ sine başvuru sırasındaki PCT ve CRP değerleri, kritik hasta hastaların prognozunu tahmin etmek için kullanılabileceği görüşü (12), başka bir çalışmada ise CRP, PCT'den daha öngörücü olacağı görüşü mevcuttur(13). Çalışmamızda da aynı şekilde PCT değerleri ve CRP değerleri mortal hasta grubunda anlamlı yüksek , ancak PCT değerleri istatiksel olarak daha değerli idi.

ESH ve mortalite ve morbidite üzerinde yapılan çeşitli çalışmalarda anlamlı yüksek çıkmıştı. YBÜ hastalarında başlangıçtaki CRP ve ESH düzeylerinin ve lökosit sayımlarının mortalite belirleyicileri olarak kullanılabileceği(14), yüksek ESH, solunum yetmezlikli diyabetes mellitus lu YBÜ hastalarında artmış mortalite ile ilişkili olduğu sonuçları mevcuttur(15). Çalışmamaızda ex olan grupta ESH değerleri literatür ile uyumlu olarak anlamlı yüksek idi.

Sonuç olarak YBÜ'ye kabul edilen kritik hastalarda; CRP değerleri yüksektir, ancak hastalığın prognozunu tahminde CRP değeri ESH ve PCT değeri kadar belirleyici değildir sonucuna varılabilir. Hasta sayımızın az olması ve hastalık şiddet skoruna göre karşılaştırma yapmamız , hastalık tanılarının belirtilmemesi çalışmamızın kısıtlılıklarındandı.

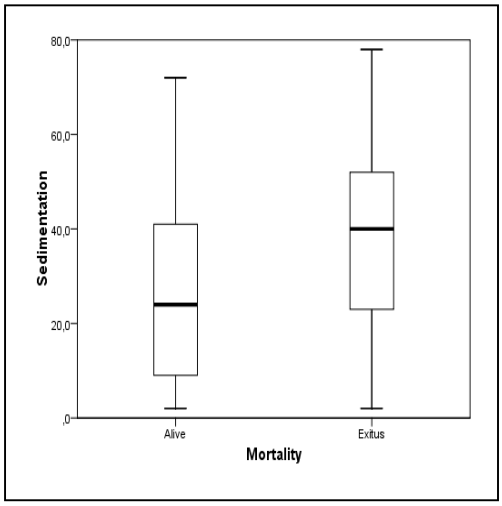
Tablo 1: Yaşayan ve Ex olan hasta grupları arasında ESH, CRP, PCT, Cinsiyet ve Yaş karşılaştırması

	Total (N=161)		
	Alive (n=98)	Exitus (n=63)	P Value
	% 60.86	% 39.14	
	n(%)	n(%)	
Gender			
Female	54 (55.1)	28 (44.4)	0.200 [1]
Male	44 (44.9)	35 (55.6)	
	Median (Min./ Max.)	Median (Min./ Max.)	
Age	76 (25 / 93)	75 (55 / 96)	0.441 [3]
Sedimentation	24 (2 / 72)	40 (2 / 78)	**<0.001** [3]
CRP	2.08 (0.12 / 68)	5.62 (0.14 / 35.5)	**0.027** [3]
Procalcitonin	0.11 (0.02 / 28.87)	0.37 (0.02 / 17.65)	**<0.001** [3]
WBC	11.16 (5.09 / 38.6)	12.64 (3.93 / 41.79)	0.099 [3]
	Mean±SD.	Mean±SD.	
HGB	12.42±2.37	12.75±2.36	0.451 [2]

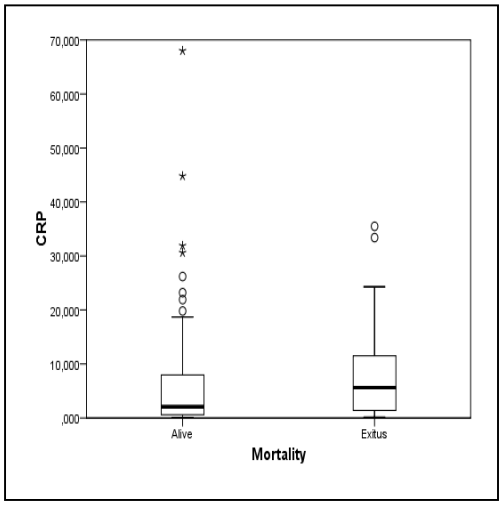
[1] Pearson Chi-Square Test(Exact), [2] Independent samples t test(Bootstrap),
[3] Mann Whitney U test(Monte Carlo), SD.:Standard deviation, Min.:Minimum, Max.:Maximum

Grafikler:

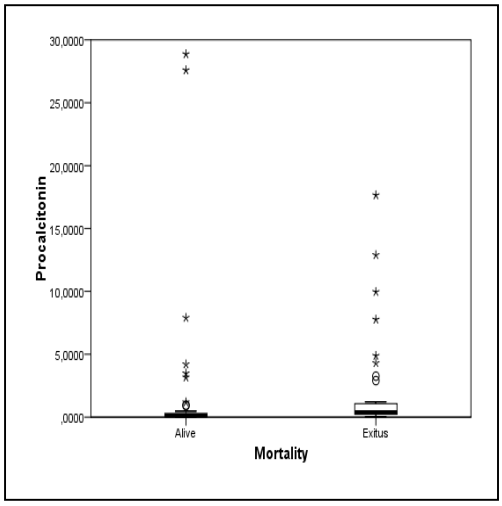
Grafik 1: Yaşayan ve ex olan hastalar arasında ESH nin mortalite üzerinde etkisi



Grafik 2: Yaşayan ve ex olan hastalar arasında CRP nin mortalite üzerinde etkisi



Grafik 3: Yaşayan ve ex olan hastalar arasında PCT nin mortalite üzerinde etkisi



Referanslar:

1. Azoulay E, Adrie C, De Lassence A, Pochard F, Moreau D, Thiery G, Cheval C,Moine P, Garrouste-Orgeas M, Alberti C, Cohen Y, Timsit JF. Determinants of postintensive care unit mortality: a prospective multicenter study. Crit Care Med. 2003 Feb;31(2):428-32.

2. Vanhems P, Lepape A, Savey A, Jambou P, Fabry J. Nosocomial pulmonary infection by antimicrobial-resistant bacteria of patients hospitalized in intensive care units: risk factors and survival. J Hosp Infect. 2000 Jun;45(2):98–106.
3. Mustafa Hacımustafaoğlu, Acute Phase Reactants (Erythrocyte Sedimentation Rate, CRP) DOI: 10.5578/ced.201752 • J Pediatr Inf 2017; 11(4): 196-197
4. Uysal N, Gündoğdu N, Börekçi Ş, Dikensoy Ö, Bayram N, Uyar M, et al. Prognosis of Patients in a Medical Intensive Care Unit of a Tertiary Care Centre. Yoğun Bakım Derg. 2010;(1)1–5.
5. Unal AU, Kostek O, Takir M, Caklili O, Uzunlulu M, Oguz A. Prognosis of patients in a medical intensive care unit. North Clin Istanb. 2015 Dec 31;2(3):189-195. doi: 10.14744/nci.2015.79188.
6. Quach S, Hennessy DA, Faris P, Fong A, Quan H, Doig C. A comparison between the APACHE II and Charlson Index Score for predicting hospital mortality in critically ill patients. BMC Health Serv Res. 2009 Jul 30;9:129. doi:10.1186/1472-6963-9-129.
7. Pasceri V, Willerson JT, Yeh ET. Direct proinflammatory effect of C-reactive protein on human endothelial cells. Circulation. 2000 Oct 31;102(18):2165-8.
8. Nicholson JP, Wolmarans MR, Park GR. The role of albumin in critical illness. Br J Anaesth. 2000 Oct;85(4):599-610. Review.
9. Jehn ML, Guallar E, Clark JM, Couper D, Duncan BB, Ballantyne CM, Hoogeveen RC, Harris ZL, Pankow JS. A prospective study of plasma ferritin level and incident diabetes: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. Am J Epidemiol. 2007 May 1;165(9):1047-54. Epub 2007 Feb 6.
10. S Zampieri, P Bettonte, M Ortolani, G Frison, V Schweiger, L Gottin, and E Polati. Procalcitonin as prognostic marker of mortality. Critical Care, 17(Suppl 2):P29, 2013.
11. Jensen JU, Heslet L, Jensen TH, Espersen K, Steffensen P, Tvede M.Procalcitonin increase in early identification of critically ill patients at high risk of mortality. Crit Care Med. 2006 Oct;34(10):2596-602.
12. Aygun F. Procalcitonin Value Is an Early Prognostic Factor Related to Mortality in Admission to Pediatric Intensive Care Unit. Crit Care es Pract.2018 Dec 24;2018:9238947. doi: 10.1155/2018/9238947. eCollection 2018
13. Ryoo SM, Han KS, Ahn S, Shin TG, Hwang SY, Chung SP, Hwang YJ, Park YS, Jo YH,Chang HL, Suh GJ, You KM, Kang GH, Choi SH, Lim TH, Kim WY; Korean Shock Society (KoSS) Investigators. The usefulness of C-reactive protein and

procalcitonin to predict prognosis in septic shock patients: A multicenter prospective registry-based observational study. Sci Rep. 2019 Apr 29;9(1):6579. doi:10.1038/s41598-019-42972-7.

14. Kuvandik G, Ucar E, Borazan A, Aydemir S, Ilikhan S, Sekitmez N, Duru M, Ozer B, Kaya H. Markers of inflammation as determinants of mortality in intensive care unit patients. Adv Ther. 2007 Sep-Oct;24(5):1078-84
15. Go DJ, Lee EY, Lee EB, Song YW, Konig MF, Park JK. Elevated Erythrocyte Sedimentation Rate Is Predictive of Interstitial Lung Disease and Mortality in Dermatomyositis: a Korean Retrospective Cohort Study. J Korean Med Sci. 2016 Mar;31(3):389-96. doi: 10.3346/jkms.2016.31.3.389.

APPLICABILITY OF THE NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM (USA) FOR MANAGEMENT OF FLOOD AREAS IN TURKEY

Dr. Naci Büyükkaracığan

Selcuk University

Abstract

Floods in the world are the most common disasters immediately after earthquakes. Floods are one of the natural disasters that cause serious loss of life and property in the world and in our country. Research has shown that in addition to the global impact of global climate change, human impacts and land use changes causes floods in the world. Although the causes are different, estimation precisely time and magnitude of floods such as earthquakes are difficult even impossible. The Struggle against floods is achieved through effective flood management. Consequently, preventive and remedial measures can be taken with the implementation of appropriate flood management. As a result of these, damages caused by floods can be minimized with measures, material and moral damages. Effective disaster studies were initiated after the establishment of AFAD (Disaster and Emergency Management Presidency), 2009 in Turkey. Flood management activities are planned by the General Directorate of Water Management. In this study, the information about the "National Insurance Program" yielding successful results in the USA was given and its usability in our country was investigated. At the end of study, conclusion recommendations were presented.

Key words: Flood, Flood Area, Flood Managements, USA National Flood Insurance Program

1.INTRODUCTION

Flood is a natural event that overflows the bed of a river for various reasons and damages the surrounding lands, settlements, infrastructure facilities and living things and interrupts the economic and social activities in that region. Flood is one of the most important disasters in the world and it is the second among all disasters and the first among meteorological disasters (SYGM, 2017).

Although floods are natural disasters, human activities are the main reason for their impact, settlements in the river bed areas, interventions in river beds, developing urbanization and industrialization activities cause increases in surface flow. Apart from human activities, it is foreseen that climate change has been another reason for the increase in floods for recent years and the amount of precipitation per unit area will increase due to climate change effects in a short period of time. When these are evaluated together, it is expected that both the number of floods and the damages it may cause will increase. For this reason, the importance of flood management is increasing day by day.

The destructive effects of floods, which are natural events, can be reduced with the right precautions to be taken in time. The negative impacts of floods can be minimized by these structural, non-structural and sustained measures. Primary (direct) and secondary (indirect) effects of floods; varies depending on the severity of floods, time of occurrence, duration and impact area. The primary effects are physical effects that cause environmental damage to life and property losses. Damages settlements, industrial centers, infrastructure facilities, economic activities, agricultural areas and ecological indicators. The speed and depth of the amount of water in the flood area also determine the severity of the primary impacts. In

addition to their direct effects, floods also have indirect effects. The economic losses after the flood are breaking the social structure in the region. Decreasing production capacity and unemployment can be an important problem.

Floods in Turkey as well as all over the world causes large economic losses and casualties every year. According to statistical data, the largest loss of life after the earthquake in Turkey and has been experiencing economic harm due to the flood disaster. Between 1975 and 2002, the total number of floods was 487 and the total number of deaths was 493. The total number of floods evaluated in the 2003-2015 period was 722 and the total loss of life was 227 (SYGM, 2017).

Flood Management Plans regulate all activities and inter-institutional coordination required to prevent and / or reduce the material and moral losses and damages that may arise in the event of a possible flood in the basin in terms of human life, property, environment, natural, historical and cultural assets. Also; The aim of this plan is to reduce the loss of life and property, to support sustainable development, to maximize the benefit from the flood areas, and to protect the environment, historical and cultural heritage.

2. FLOOD MANAGEMENT in TURKEY

Although there have been many studies in the framework of the management of flood disasters in Turkey, which constitutes a great part of emergency relief and rescue operations during the flood and structural projects. In our country, structural project studies to prevent floods and reduce damages are carried out by the General Directorate of State Hydraulic Works (DSİ) and The General Directorate of Water Management (SYGM). Reduction of frequency and damages of floods in river basins can be realized with the introduction of projects of water resources in the basin as a whole flood protection and control. It should be ensured that decisions are taken together by all relevant institutions and organizations, including beneficiaries of the project, in a coordinated program (Korkanç, 2005). In the recent years, early warning systems have been added to the mentioned flood protection activities. Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD) serves the coordination of efforts to combat disasters in Turkey.

According to the legal rules, the General Directorate of Water Management (DGCA) has duties and responsibilities at the strategic and tactical level in the struggle against floods. In addition, the works before, during and after the flood are largely carried out by local authorities and by many different institutions and organizations. Turkey wherein basins, considering hydrological and topographical data is arranged which lies entirely or partly in the interior has various provinces and districts. In other words, floods that may occur in the basins may fall under the responsibility of more than one province and district. Therefore, the work to be done in floods requires mutual and close cooperation and coordination between different administrative units and local administrations. For this purpose, the governor of the basin coordinator is responsible for coordinating, steering and managing the operation among the provinces affected by the flood (SYGM, 2017).

Prior to the floods in Turkey, it is located in a very related institutions and organizations during and after only responsible organizations and institutions at the primary level are given in this section. The duties and responsibilities of some of these institutions and organizations are as follows:

The Ministry of Forestry and Water Affairs is responsible for flood management at the national level. The Ministry carries out these activities through the General Directorate of Water Management, General Directorate of State Hydraulic Works, General Directorate of

Meteorology, General Directorate of Combating Desertification and Erosion and General Directorate of Forestry. The General Directorate of Water Management determines the strategies and policies related to floods, prepares the relevant legislation and flood management plans and ensures the coordination of flood management, and carries out studies on the transposition of the flood directive. The General Directorate of State Hydraulic Works is one of the main institutions under flood management. Although it has activities during and after the flood, its activities mainly consist of structural activities carried out before the flood. Within the framework of its activities; non-structural studies such as preparation of strategies and plans, organization of training activities, preparation of provincial / regional flood plans, reporting of information on floods, and studies for development plans are carried out. In addition to these, river bed cleaning, river bed arrangement, correction and flood control facilities, maintenance and repair works are carried out. In addition, in accordance with the relevant provisions of Law No. 4373, the General Directorate of State Hydraulic Works (DSI) carries out the necessary works to ensure that all areas under intense flood risk are declared as prohibited areas by any decision of the Council of Ministers. In accordance with Law No. 7269, joint surveys are carried out together with the Disaster and Emergency Management Presidency in areas with flood risk and the transfer of risky areas is carried out. The General Directorate of Meteorology makes early warnings and announcements for strong meteorological events in order to take necessary measures to the public and private sectors and also conducts research and development studies on sudden flood and early warning issues (SYGM, 2017).

3. FLOOD MANAGEMENT in NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM in USA

In 1968, the US Senate passed the National Flood Insurance act to address some shortcomings of traditional flood control and flood assistance programs. The Law established the National Flood Insurance Program (NFIP) with the following objectives. Today, the program is run by the Federal Emergency Management Organization (FEMA) (Akay et al., 2010).

The aim of the National Flood Insurance Program is;

1. To ensure the transfer of flood damages of private properties to flood areas through the flood insurance premiums,
2. To provide financial support to those who live in flood and flood areas and property owners, especially after small floods and floods, where no state aid is provided,
3. To ensure that the construction in the flood and flood area is directed to areas where there is little or no danger of flood,
4. To require that new or substantially refurbished structures be constructed in such a way as to minimize or prevent damage to floods.

FEMA provides flood and flood insurance for settlements in this region. At the same time, the insurance costs can be much lower since the buildings constructed in accordance with the regulations stated in the law carry very little flood and flood risks (FEMA, 2019).

The National Flood Insurance Program is based on a mutual agreement between the federal and local governments. State-sponsored flood insurance is provided to local governments that agree to regulate reconstruction in mapped flood areas. FEMA provides flood insurance for properties in local governments if local authorities do their best to ensure that zoning in flood areas meets the criteria of the National Flood Insurance Program. Buildings constructed in accordance with these regulations may be insured with lower premiums as they carry less flood risk. Participation in the program is optional (Akay et al., 2010). With the flood management legislation, the United States aims to reduce future flood

losses and to protect property owners against potential losses through premium and insurance mechanisms. In 2002, it issued a detailed guide to the flood.

The flood insurance protection law obliges lenders to request flood and flood insurance for loans provided by properties within high risk floods and flood areas. Flood protection law enacted by FEMA in 1973 made flood insurance compulsory for settlements in the flood risk zone (FEMA, 2019).

Law No. 11988, dated May 24, 1977, was issued by the Federal Emergency Management Agency FEMA for the work to be carried out within the scope of flood risk management in the United States. FEMA ilgilis relevant staff and all other technical and administrative professionals (municipalities, other federal agencies, engineering companies and researchers) involved in the flood activities are stated as the target group of this guideline and specification. Although the decree was issued by FEMA, flood risk management in the United States is a shared responsibility among several United States, states, and local government agencies. Nationally, in terms of reducing the potential damage caused by floods and establishing a robust flood risk management, FEMA and the US Army Corps of Engineers (USACE), Environmental Protection AgencyEPA and many other Federal agencies. has prepared documents to support the public. These documents combine specifications, guidelines, information notes and other documents that regulate the technical procedures and related coordination and documentation activities for the preparation of flood hazard maps and flood risk maps. The state and local authority is responsible for determining how flood land is used and for the implementation of flood management procedures. Other tasks of these authorities, which are responsible for the management of the floodplain, include the determination of the efficiency of Federal programs to mitigate flood risk and the performance of infrastructures that reduce flood damage across the Federal sector. One of the main challenges that authorities face in decision-making on the basis of flood risk management is to integrate economic, social and environmental factors and determine the most appropriate method to ensure public safety.

This comprehensive regulation, consisting of a total of 3 main volumes and 14 additions, updated as necessary, is a detailed reference and legally binding document on the administrative and technical aspects of all flood modeling and mapping studies of different origins. The Flood Management Law requires that all institutions of the United States, under the responsibility of a president, carry out all kinds of practices aimed at reducing the loss of life and property and health problems that may be caused by the flood and protecting the environment and cultural heritage.

This guideline includes eight steps that organizations that have to take when deciding on any project that may have an impact on the flood basin (Uzuntaş and Öztürk, 2019).

1.Determining whether the target project is located in the flood basin.

2. Presenting to public information and receiving opinions.

3. Identify and evaluate other areas within or outside the basin, which may be an alternative to the target project location in the flood basin.

4. Describe the possible impact of the target project to be implemented on the flood basin.

5. If the impact is unavoidable, develop appropriate measures to reduce these impacts as much as possible and improve and protect the floodplain.

6. Re-evaluate if there are other alternatives.

7. Presenting the findings and sharing them with the public.

8. Implement the target project.

Although the primary purpose of FIRMs is to provide a basis for insurance premium calculations, these maps are also used as basic data for zoning planning and emergency disaster management. FIRMs are divided into 10 main regions which vary according to the speed and depth of the flood water and the type of the flood source (stream originating, coastal origin, etc.), with low, medium and high flood risk, taking into account the flood spreading times and the repetition times of the flood; Zone A, Zone AE, Zone AH, Zone AO, Zone A99, Zone AR, Zone V, Zone VE, Zone X, and Zone D. These maps are in a format that can be easily understood by people and organizations who are not experts in flood modeling and analysis. The National Flood Insurance Program operates in accordance with the mutual agreement between the federal and local governments. If local authorities carry out the development of flood areas in accordance with the National Flood Insurance Program criteria, FEMA will provide flood insurance for properties in these local governments. Buildings constructed in accordance with these regulations may be insured with lower premiums as they carry less flood risk.

Laws on insurance system:

The National Flood Insurance Reform Act of 1994: The national flood insurance reform law strengthened the NFIP against a series of reforms, including focusing on lending compliance, creating mitigation insurance, and developing a mitigation aid to further reduce costs. Some parts of the national flood insurance law enacted in 1968 and the flood disaster protection laws enacted in 1973 were amended or reserved and rearranged by this law. (FEMA, 2019).

The Flood Insurance Reform Act of 2004: The Flood insurance reform law was further strengthened by a series of reforms to reduce NFIP's losses on properties for which repetitive flood insurance compensation payments were made and to raise awareness of individual flood insurance policies. Increasing guidance on the flood insurance claims process and minimum flood insurance training requirement for insurance professionals (FEMA, 2019).

The Biggert-Waters Flood Insurance Reform Act of 2012: The Biggert-Waters flood insurance reform law is financed by passing the program's subsidized rates to increase the national mapping program and the program's financial strength to ensure its financial soundness. It also provides rates that are based entirely on insurance risks and statistics that reflect the overall risk (FEMA, 2019).

2014 Consolidated Allocations Act and National Flood Insurance Program: The Consolidated Allocations Act prohibits the application of certain parts of the previous law. Biggert-Waters effectively halts certain rate increases, while the new law is enacted to address concerns about growth rates. The 2014 Consolidated Allocation Act prohibits the implementation of FEMA through the National Flood Insurance Program. Flood insurance rates for certain properties are referred to FEMA to ensure that risks are fully reflected after a map change or update occurs (FEMA, 2019).

2014 Host Flood Insurance Economic Law: This law repeals and amends certain provisions of the Biggert-Waters Flood Insurance Reform Act, which entered into force in 2012, and makes additional program changes to other aspects of the program that are not covered by this Law. Many provisions of the Biggert-Waters Flood Insurance Reform Act are still in force and are still in progress (FEMA, 2019).

In addition, one of the best examples of the US Flood Insurance system is the “Green Road Project”. They are linear corridors connecting natural corridors such as green roads, stream lengths, ridges or valleys, canal, landscape roads or parks, natural reserve areas, cultural objects or historical settlements along the railway route (Arslan et al. 2004). In other words, the green road is called the green extensions or the connecting roads of the natural, cultural and structured environment where the people living in the cities can easily reach the nature. The development of the Green Roads goes back to the end of the 19th century and in the researches, master plans, projects and projects on green basin and flood protection are made and implemented in America (Kirmencioğlu, 2015). Perhaps the greatest contribution to the concept of the green path was Charles Eliot II's approach to Massachusetts in 1928. Likewise, Ian McHarg's planning for the valleys was planned: river lengths, floodplains and river systems, wet areas, steep slopes, groundwater resources, coastal areas and mountain slopes to be planned within the scope of protection and recreation areas. Phil Levis's proposed Qality Corridors for Wisconsin are planned as environmental corridors and will form the basis for green road applications (Arslan et al., 2004). In the 1970s, when the loss of open spaces in the United States became more prominent on a national scale, the concept of green road became important with conservation planning studies. Green roads, which require less space than traditional, non-linear parks, allow for various recreation activities, and create a system by easily linking different green areas with different qualities, have been supported by the concerned and environmental protection organizations.

Since 1987, the decision was made to expand the green roads. In 1989, the number of green roads across the country was more than 250 (Arslan et al., 2004). Today, it is possible to see successful examples of green road planning in order to protect the ecological balances and create a livable environment in the cities of western countries. (Kurdoglu, 2002). Green road projects are generally applied along rivers, streams and valleys. Green road projects are widely applied in the USA and Europe in the world and it includes many benefits such as water, air quality, healthy living, wildlife, conservation of nature, transportation and recreation. In our country, similar applications and projects have been increasing. (Demir, 2010).

Green road with flood protection projects, is aimed to minimize the negative effects of floods. At the same time, a healthy and livable urban environment focused on the river and the development of the existing ecosystem will be ensured. Improving water quality with the implementation of the project, creating new habitat, fish, birds, insects and so on. and diversification of activities along the green road corridor. There will be parks within the open area-oriented city and on the riverside, reflecting the past of the city, creating secure areas along the river route, and increasing the loyalty and ownership of the people in their own place. Increasing the value of the assets (buildings, land, etc ..) that are close to green road projects, bringing economic vitality, will create dominoes that will accelerate the development of corridors that will be new transformation.

A unique system will be established. Commercial, residential construction, recreation and entertainment facilities will be provided. It will connect the society to each other and create more accessible rivers. Natural fish passages will be provided and aquatic and terrestrial life will be improved. Pollution will be prevented and a river system will be established to interact with the swim man.

4. RESULTS AND DISCUSSION

While AFAD has a duty outside the fight against disasters, FEMA does not have such a duty. This shows that AFAD is more focused on disasters, which are its main responsibility. FEMA does not have any data indicating that it has such a mission.

In addition, various academic studies have been conducted on green road projects that are widely applied in USA and are part of the flood insurance system. However, it was observed that these studies were mainly focused on recreation and landscape. Green road projects in America are more common and detailed calculations are made. Although over the last number of streams in urban centers of Turkey, is an insufficient number of green road projects. It is beneficial to develop and increase the number of similar projects for different purposes. Due to urbanization activities and increasing pressures on river beds in some settlements, the possibility of carrying out these projects is weakening and the cost is increasing. In some settlements, natural creek routes are not known due to the closure of the creeks and the long time passe

Using the US flood insurance system can provide the following elements:

1.Main expected significant benefit from the project:

a. Health Expenditures

b. Economic Savings

c. Recreational Use

d. Value Urban Adaptation

2. Environmental development and protection of the city

a. Flood protection

b. Reducing the flow rate

c. Improved water quality

d. Development of ecosystem

e. Improvement of air quality

f. Increased use of bicycles

3. Economic development of the city

a.Staying of companies and people in the city

b. Increase in the value of tangible assets (house, land, trade house)

c. Retention of retired people in the city

With the implementation of this system, the image of the city center spread by the crowds of automobiles will be transformed into an ecological city center image. With this project, more evenly distributed parks, entertainment opportunities, sports and other activities will increase the physical and mental health of the people in the city. In the green road projects which are a part of the insurance system, construction and occupation on the river bed are kept to a minimum level, and quality and healthy living centered, living life, aesthetic, safe and economy are considered as optimum.

In the United States, half of the damages of disasters are covered by insurance, while in developing countries this rate is around 2%. According to the data of private insurance companies in Turkey, this rate is around 3%.

In order to implement the insurance system, there are conditions to be fulfilled when making decisions regarding the work to be carried out in the flood area of the flood management and responsible institutions. These conditions;

1. Determining whether the projects to be carried out are located in flood and flood areas,

2. Obtaining opinions from the relevant departments of the public institutions,

3. Identify and evaluate other areas within or outside the basin, which may be an alternative to the target project location in the flood basin,

4.Determining the possible impacts of the main project to be applied to the flood basin,

5. If the impact is unavoidable, develop appropriate measures to reduce these impacts as much as possible and improve and protect the flood basin,

6. If there are different alternatives, they should be reassessed,

7. Presenting the findings and sharing them with the public.

In our country, there are serious and forward-looking investments in floods. For the first time the preparation of flood management plan began in 2013 and is planned to be completed for all of Turkey in 2021. In our country, many facilities are built to protect against floods, but some of the articles in the sub-legislation on floods need to be raised to the law level. However, in order to ensure that the work carried out efficiently and in place, regulations should be made in the articles of law where there is a confusion of duties and powers between institutions.

In addition, in order to ensure the applicability of the American Flood Insurance system in our country, legal arrangements should be made by taking into account flood and flood hazard maps in insurance and reinsurance applications. As stated in the natural disaster insurance law, the legislation covers the places belonging to individuals within the scope. This scope should be rearranged to cover all public institutions and organizations. As in the USA, the existing insurance system for disasters should be revised in accordance with the conditions of our country and determined according to the type of the disaster.

After the Marmara and Düzce earthquakes in our country, the importance of insurance against disasters was understood. Therefore, Natural Disaster Insurance Institution (TCIP) was established in 2000. Aım of this Institution is legal entity which is responsible for provision, implementation and management of compulsory earthquake Insurance in Turkey.

With Compulsory Earthquake Insurance (DASK), insured house owners are provided with pecuniary assurance against earthquake and the risks of fire, explosion, landslide and tsunami following the earthquake. It mediates the normalization of life by indemnifying the building's damage immediately whether the building is inhabitable or partially damaged. The basic condition for buying and selling and renting of buildings is to have DASK. However, this insurance system is made only once and is not made by people in the following years. As a system similar to DASK, an insurance system should be established for floods. Here, considering the shortcomings in DASK implementation, it should cover the whole ecological order, not only for buildings and people.

REFERENCES

Akay O., Birinci V., Bulu A., (2010) Taşkın Alanlarının Planlanması ve Yönetimi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar Tebliğler Kitabı sayfa 1-9

Arslan M., Bariş E., Erdoğan E., Dilaver Z., (2004) "Yeşil Yol Planlaması Ankara Örneği" Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, 2004

Demir, A. 2010, İSKİ Genel Müdürü "Şehir Taşkınları ve İstanbul" II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar çevrim içi erişim tarihi 19.05.2015 http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/1-1-sehir-taskinlari-a-demir.pdf?sfvrsn=6

FEMA (2019). 1968 United States National Flood Insurance Law. https://www.fema.gov/media library/assets/documents/20384, (10.10.2019).

FEMA (2019). United States National Flood Insurance Law.

https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/20384, (10.10.2019).

FEMA (2019). *1994 United States National Flood Insurance Reform Law* https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/20387, (10.10.2019).

FEMA (2019). 2014 *United States Home Flood Insurance Economic Law* https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/90829, (10.10.2019).

SYGM (2017), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). Taşkın Yönetimi, Ankara, 132-143.

Kirmencioğlu, B. (2015). Türkiye'de Dere Yataklarına Müdahalelerin Taşkınlar Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi, s.58-60.

Korkanç, S.Y. (2005). Sel ve Taşkınlardan Korunmada Erken Uyarı ve Önemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, cilt.55 sayı.1.

Kurdoğlu, Banu Çiçek, (2002) "Yeşil Yol Kavramı, Fonksiyonları ve Önemi", Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi (2002) : Cilt 3 Sayı 1 (80-86)

Uzuntaş, Ö. and Öztürk, S. (2019). An Assessment on the Flood and Flash Flood Regulations in Turkey: A Comparison with Different Countries and Legal Deficiency Analysis, The Journal of International Scientific Researches, 4(2).

EVALUATION OF FLOOD MANAGEMENT SYSTEM IN TURKEY

Dr. Naci Büyükkaracığan

Selcuk University

Abstract

In parallel with global warming, a significant increase in flood events is observed in our country and all over the world. Flood is one of the most important disasters in the world and is the second among all disasters in terms of loss of life and property and the first among meteorological disasters in our country. In addition, economic development activities that continue intensively in countries such as Turkey, industrialization and sector diversity of the brought urbanization together, increase the diversity of the human activities in various parts of the river basin great extent flood risk. It is known that damage caused by floods cannot be prevented by simply controlling the flood. It is expected that there will be an increase both in the number of floods and the damages it may cause in the future.

Therefore, the importance of flood management is increasing day by day. It is aimed to minimize the possible loss of life and property by implementing the complementary measures with Flood Management within the framework of a coordinated program by all relevant institutions and organizations within a plan. n effective Flood Management Strategy aims to minimize the loss of life and property resulting from floods. In this study, the flood management system applied in our country was examined and information was given about the applications. As a result of the evaluations, various suggestions were presented.

Key words: Flood, Flood Managements, Turkish Flood Regulation.

1.INTRODUCTION

Flood incidents occur in almost every region of the world. Flood events cause loss of life and property every year. Floods are more effective especially in developing countries, due to the distorted urbanization that occurs in parallel with the increasing population and the associated infrastructure problems. Flood risk is the combination of the probability of a flood event and consequently its negative potential impacts on human health, the environment and economic activities.

The effects of the flood disaster vary depending on the technical and economic development in the settlements, the pressure on the soil and the population density. Urbanization increases the size and frequency of the flood as it changes the hydrological characteristics of the region. Therefore, effective flood planning and management strategy is needed to reduce flood risk, especially in areas likely to be flooded (Schumann and Baldassarre, 2010).

Risk management efforts against disasters ensure that measures are taken without disasters within the scope of disaster prevention strategy. Disaster preparedness studies in developing countries; Disaster preparedness by structural measures, harm reduction, resource creation, because of measures such as competition, costly and difficult to struggle. This is because disaster risk mitigation resources often compete with other public priorities. Therefore, the solutions to be implemented in such countries should be social, environmental and politically acceptable as well as more cost-effective (Özcan et al., 2009).

Many factors, such as global climate change and changes in land use, affect the shape, time and magnitude of flood risk. All these factors determine how well flood risks can be

managed. Vulnerability analysis, a systematic process; risk identification, risk analysis and determination of the amount of risk. In order to minimize the loss of life and property in a possible flood and to reduce the negative effects of the flood, the vulnerability analyzes in the flood areas can be performed (Tunay and Ateşoğlu, 2004). In vulnerability studies; hazards and risks are identified, risk scenarios are prepared, protection and harm reduction measures are selected, the results are presented with current maps and graphics, resources and opportunities are determined (Benson, 1968).

Our country is located in semi-arid climate zone. In addition, due to its topographic, geological, soil structure and hydrological data, it is constantly facing floods. Therefore, Turkey has a very sensitive structure against flood events. Especially in recent years, there has been a significant increase in erosion and related avalanches, landslides and floods due to the global climate change in our country. In parallel with the economic development studies in Turkey, due to the industrialization and commercial sector diversity, urbanization increases the human population around the river basins. This distorts the hydrological balance (ecological balance) between plant-soil-water throughout the basin. As a result, flood disasters occur, which can result in the loss of large numbers of lives and property. Flood management and the complementary measures, within the framework of a plan by all the relevant institutions and organizations within the framework of a coordinated program is implemented to minimize the possible loss of life and property is targeted. Turkey 'of the Flood Management Strategy Document together with the completion of work on the flood occurred as a result of loss of life and property is intended to be minimized.

Flood protection and minimization of flood damage are the main objectives of flood management plans. Flood Management is based on a holistic foundation that includes planning, management and development in human and socio-economic issues as well as technical problems such as rainfall, flow, flood. In order to reduce flood effects, pre-flood prevention measures, structural and non-structural measures to be taken during and after flood should be considered as a whole and implemented by competent authorities. These measures are the basis of Flood Management (SYGM, 2017).

Flood Management Plans regulate the activities and inter-institutional coordination to prevent or reduce the material and moral losses and damages that may arise in terms of human life, property, environment, natural, historical and cultural assets as a result of a possible flood in the basin. Also; these plans are aimed at reducing the loss of life and property, supporting sustainable development, maximizing the benefit from flood plains, and protecting the environment, historical and cultural heritage.

2. FLOOD MANAGEMENT SYSTEM IN TURKEY

In our country, the majority of the activities carried out regarding the flood at provincial level are carried out by the provincial organizations of the ministries under the governor. The Coordinator governors determined by the communiqué dated 29 May 2015 and numbered 29361 also have responsibilities in the basin scale. The coordination, responsible and related institutions in flood management in our country are given below.

2.1. Ministry of Forestry and Water Affairs: This is the ministry from Flood Management at national level. The Ministry carries out these activities through the General Directorate of Water Management, General Directorate of State Hydraulic Works, General Directorate of Meteorology, General Directorate of Combating Desertification and Erosion and General Directorate of Forestry.

The General Directorate of Water Management determines the strategies and policies related to floods, prepares the relevant legislation and flood management plans and ensures the coordination of flood management, and carries out studies on the transposition of the flood directive.

The General Directorate of State Hydraulic Works is one of the main institutions in flood management. Although it has activities during and after the flood, its activities mainly consist of structural activities carried out before the flood. Within the framework of its activities; non-structural studies such as preparing strategies and plans, organizing training activities, preparing provincial and regional flood plans, reporting information on floods, and studies for development plans. In addition to these, river bed cleaning, river bed arrangement, correction and flood control facilities, maintenance and repair works are carried out.

The General Directorate of Meteorology makes early warnings and announcements for strong meteorological events in order to take necessary measures to the public and private sectors and also conducts research and development works on sudden flood and early warning issues.

The General Directorate of Combating Desertification and Erosion is responsible for combating desertification and erosion, determining policies and strategies related to landslide and flood control activities, and preparing integrated watershed rehabilitation plans and projects. In addition, it is the task of preparing basin flood action plans and maintaining them in a controlled and planned manner.

2.2. Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD): Turkey's disaster and emergency management that meets all the powers of the matter is the authority responsible for coordination. It is responsible for the planning, implementation or implementation of the activities before, during and after the disaster, ensuring cooperation and coordination with other institutions and organizations and developing plans and strategies related to all these activities. Under AFAD, Provincial Disaster and Emergency Directorates were established under the governor to include all the elements of integrated disaster and emergency management in the provinces. The governor is primarily responsible for the management and management of disaster and emergency activities in the province. Provincial Disaster and Emergency Directorates are responsible for all activities related to disaster and emergency management at provincial level. These activities are carried out in cooperation and coordination with all relevant institutions and organizations according to the type of activity.

2.3. Ministry of Environment and Urbanization: It is responsible for preparing high-scale spatial strategy plans and environmental planning plans, which form the basis of physical plans and practices, which are responsible for settlement, construction and land use, in cooperation with relevant institutions and organizations. In addition, it is the duty of this ministry to determine and approve the procedures and principles for the preparation of environmental plans and development plans, and to develop urban regeneration, renewal and transfer areas.

2.4. Special Provincial Administrations: These administrations have responsibilities directly or indirectly related to flood management within the framework of the laws to which they are attached. These; emergency aid and rescue services, planning the provincial environmental plan, negotiating and deciding the provincial environmental plan and zoning plans, taking into account the characteristics of the province in order to protect or reduce the damages of fire, industrial accidents, earthquakes and other natural disasters. plans, preparation of team and equipment (coordination with other emergency plans at provincial scale, if any) and training of the relevant ministries, public institutions, professional organizations, universities and other local administrations.

2.5. Municipalities: These have responsibilities that are directly or indirectly related to flood management under the laws to which they are bound. These responsibilities include; preparation of master planning plans, approval of the zoning plans of district and first level municipalities and supervision of their implementation, improvement of streams, planning of natural disasters in accordance with the plans made at provincial level, and the provision of vehicle, equipment and material support to other disaster areas when necessary. and the provision of emergency services; evacuation and demolition of buildings that present a risk of disaster or pose a danger to life and property safety.

2.6. Water Management Coordination Board (SYKK): Determining the necessary measures for the protection of water resources within the framework of integrated watershed management, ensuring inter-sectoral coordination, cooperation and acceleration of water investments for effective water management, strategy, plan and Water Management Coordination Board (SYKK) was established to develop policies, evaluate the implementation of the issues to be fulfilled by the public institutions and organizations in the watershed plans, and ensure high level coordination and cooperation.

2.7. Central Board of Watershed Management (HYMK): Duties of HYMK are to ensure coordination and follow-up of inter-institutional coordination in the preparation of flood management plans and anti-flood activities, and to monitor the implementation after the completion of the plans.

2.8. Watershed Management Delegation (HYH): With the communique dated 29 May 2015 and numbered 29361, a separate Watershed Management Delegation has been established by the Ministry for each watershed according to the procedures and principles in the Communique.

The duties of the Basin Management Delegations regarding Flood Management are as follows:

• To contribute to the studies on flood management plans to be prepared by the Ministry for the watershed within its area of responsibility.

• To monitor and evaluate the implementation of flood management plans and to inform the relevant institutions and organizations of the decisions taken by the Board.

• Evaluating the reports prepared and sent as specified in the ninth paragraph of Article 8 as a result of the Provincial Water Management Coordination Board meeting and the results of the audits and sanctions prepared by the relevant institutions or organizations and submitting them to the Basin Management Central Board as a report.

• Ensuring public access to information, consultation and active participation in the process of preparing, reviewing and updating flood and drought management plans.

2.9. Provincial Water Management Coordination Board (ISYKK): Provincial Water Management Coordination Boards have been established by the Governorships with the 29361 Communique dated 20 May 2015.

3. FLOOD STATUTORY REGULATIONS IN TURKEY

Due to the floods affecting the activities of many public institutions in Turkeymany public institutions enacted by laws, regulations, is located in the circular issue of flood-related substances. The first number in parentheses indicates the publication date and the second number indicates the number of publications. The fact that the flood issue affects many

institutions shows the importance of ensuring the best possible coordination among the institutions.

1. Decree Law on the Organization and Duties of the Ministry of Environment and Urbanization (2011-644)

2. Decree Law on the Organization and Duties of the Ministry of Forestry and Water Affairs (2011-645)

3. The Law on Public Hygiene (1930-1593)

4. Law on Assistance to Farmers Damaged by Natural Disasters (1977-2090)

5. Law on Establishment and Duties of General Directorate of Istanbul Water and Sewerage Administration (1981-2560)

6. The Environmental Law (1983-2872)

7. Law on the Prevention of Infringement of Immovable Property (1984-3091)

9. Law on Organization and Duties of General Directorate of Meteorology (1986-3254)

10. The Coastal Law (1990-3621)

11. Law on the Execution of Services Related to Damage and Destruction Caused by Natural Disaster (1995-4123)

12. Law on Protection against Flood Waters and Floods (1943-4373)

13. Greater Municipality Law (2004-5216)

14. The Turkish Penal Code (2004-5237)

15. Law on Special Provincial Administration (2005-5305)

16. Law on Misdemeanors (2005-5326)

17. Law on Municipalities (2005-5393)

18. Law on Soil Conservation and Land Use (2005-5403)

19. Law on Provincial Administration (1949-5442)

20. Law on Organization and Duties of Disaster and Emergency Management Presidency (2009-5902)

21. Law on the Organization and Duties of the General Directorate of State Hydraulic Works (1953-6200)

22. Law on Transformation of Areas at Disaster Risk (2012-6306)

23. The Forest Law (1956-6831)

24. Law on Assistance to be Taken by Measures to be Taken Due to Disasters Affecting Public Life (1989-7269)

25. Reconstruction Law (1982-3194)

26. Prime Ministry Circular on Improvement of Rivers and Stream Beds (2010-27499)

27. Regulation on the Procurement, Operation and Control of Sand, Gravel and Other Substances (2007-26724)

28. Regulation on the Protection of Watersheds and Preparation of Management Plans (2012-28444)

4. FLOOD MANAGEMENT PLAN IN TURKEY

The aim of Flood management plans is to determine when and by whom measures to be taken in the management of flood risks and to combat flood risks. That is, Flood Management Plans are the point to be reached in planning related to the management of flood risks. Turkey's Flood Management Plan is updated with the 6-year cycle. Immediately after the Flood Management Plan is completed, the implementation of the plan begins on the one hand, and the next planning cycle begins with the review of the previous Flood Risk Preliminary Assessment. In other words, the implementation period of the first planning cycle is also the second planning cycle. Thus, during the 6-year cycles, changes in the risk situation compared to the previous period can be reviewed, changing conditions can be taken into consideration and accordingly, necessary arrangements can be made in targets and measures.

Flood Management Plans must include the following information;

• Objectives of Flood Management

• Flood Management Measures

• Stakeholder and Public Participation

• Procedures and principles for the implementation, monitoring and updating of the plan. The following examples can be given to the information that may be useful to include in the Flood Management Plans.

• Related Legislation

• Profile of the basin

• Coordination and Responsible Institutions Taking into account this content, information related to the sections and contents of the Flood Management Plan in general are given in the following section. Abbreviations, definitions, contents etc. in the plan. must be included in the plan.

The implementation of flood management plans in Turkey consists of watershed profile, coordination, responsible institutions and organizations, flood hazard risk analysis, pre-duced risk of loss / reduction, immediately before and flooding of immediate- intervention of the flood, flood Post-improvement, toolkit, monitoring, updating works.

In Flood Management; Flood Risk Preliminary Assessment, Flood Hazard Maps and Flood Risk Maps form a 3-stage Flood Management Plan.

4.1. Flood Risk Preliminary Assessment: Flood risk preliminary assessment is based on information available or readily available. Within the scope of the study, historical floods are determined by examining the floods that occurred in the past and the possible floods and the areas to be inundated are estimated by various methods.

Following a preliminary assessment of flood risk, areas with a significant potential flood risk are identified first. Subsequently, in these potentially significant flood areas, flood hazard maps and flood risk maps are prepared respectively. In the last stage, flood risk management plan is prepared based on all studies. For this reason, the preliminary assessment of flood risk is very important in terms of determining which of the following studies will be carried out primarily in areas with flood risk. Since Flood Management Plans will be updated every six years, preliminary assessment of flood risk, flood hazard and flood risk maps are update

4.2. Data Acquisition and Assessment: The preliminary assessment of flood risk is based on information available. The preliminary assessment of flood risk (TRÖD) includes

identifying serious historical floods with serious consequences on human activities, environment, cultural heritage and economic activities, and identifying areas with potential flood risk where future floods may occur. In contrast to the hazard and risk mapping stages, the flood areas do not need to be determined precisely in terms of size during the TRÖD phase. Instead, the boundaries of the flood area will be more accurately determined. The aim of TRÖD is not to reach definite results but to determine the priority risky flood area by considering the negative consequences of the flood. The data used in the TRÖD stage can be listed as SYM, information about past floods, alluvial map and land cover map. In addition, detailed population information, zoning plans and so on. information are helpful in providing a healthier result.

Assessment of Serious Historical Floods According to the Flood Directive, the effects of past floods on human life, the environment, economy and cultural heritage should be assessed. The quality of the information on flood events in the distant and recent past is different, but often there is basic information about the phenomenon and / or damage estimation. Historical research can be done by using different research methods (SYGM,2017).

• In the old archives of administrative or religious institutions and municipalities;

• In institutions responsible for risk prevention, crisis management and water affairs;

• In newspapers;

• In research organizations;

• Satellite images;

• With the contribution of citizens; The data obtained after providing flood records can be stored in different formats and in different databases depending on the available data according to the quality criteria.

The selection of historical floods to be used during the evaluation is selected by considering the effects on human life, environment, economy and cultural heritage. In the absence of information on the consequences of a historical flood, the flood is considered to have no significant or harmful consequences.

In addition to serious historical floods, the effects of future floods on human life, environment, economy and cultural heritage are evaluated within the scope of TRÖD. When assessing the risk of floods, it is decided that past floods are serious historical floods considering the impact on human life, economy, environment and cultural heritage. Changes in land use, water structures, climate change, etc. Floods may vary between past and present.

Evaluation of alluvial deposits is one of the data used to identify areas that are susceptible to flooding of modern alluvial deposits. The use of this data is based on the principle that modern alluvial deposits represent floods in the past, and therefore these alluvial deposits can be considered to be the areas where floods spread.

4.3. Flood hazard maps: Maps showing the geographical area, water level or depth, water velocity or related flow that will be inundated in case of flood. Different models have been developed in order to understand the effects of floods. The Hazard Maps prepared as a result of these models provide scenarios for both past floods and future floods depending on the intensity and severity of the scale selected, improving land use, creating flood structures and raising flood awareness. The creation of flood risk maps is also an important element of the flood management plan. In Turkey, using the flood hazard maps, maps of population

affected by the flood, flood damage maps, flood risk maps and maps of the expected loss is produced.

4.4. Flood Risk Maps: The possible effects that may occur according to the prepared flood scenarios are shown in the risk maps. Flood risk map; This is a map showing the negative effects of the flood, the population likely to be affected by the flood, the type of economic activity (s), the facilities that may cause pollution and the protected areas. Elements of risk maps; the number of populations that may be affected, the state of economic activities that will be affected, the status of the facilities that may cause pollution in case of floods and the protected areas that may be affected.

RESULTS AND DISCUSSION

Practices of flood disaster management activities in Turkey consists of a large portion of the structural projects and emergency relief activity during flooding. Flood early warning systems have been established in recent years. Significant reduction of floods and flood damages in our country can only be possible through the implementation of comprehensive projects that reference basin-based management of water resources. However, the most effective and economic solution to flood mitigation is to regulate human activities throughout the basin before the flood and mostly lack structural elements. Complementary measures, such as public education and afforestation activities, should be carried out in a plan. This can be handled by the institutions and organizations involved in the flood within the framework of a coordinated program.

In our country, it is possible to effectively manage floods at the scale of the basin, that is, by considering not only a part of a river but the whole basin as a whole and evaluating it together with its arms.

Because, it will be possible to minimize the damages of the floods that can be experienced in the future only by basin-scale planning. For this purpose, Flood Management Plans for each watershed have been prepared by the General Directorate of Water Management of the Ministry of Forestry and Water Affairs. Flood Management Plans of all basins in our country will be completed by the end of 2021 (SGYM, 2017). Thus, by evaluating the floods which are concentrated as a result of global climate change and which concern all segments of society on a basin basis, healthier results will be obtained in terms of life and property safety.

As of 2017, Yeşilırmak and Antalya Basins Flood Management Plans have been completed successfully. Work is currently continuing in 12 basins. In order to reduce flood damages, “Flood Hazard Areas Determination Projects” and “Upper Basin Rehabilitation Structures Planning and Design Works” were completed. In addition, “Eastern Black Sea Basin Flood Warning System”, “Rize Taşlıdere Sea Wave Flood Interaction Model Experimental Studies”, ’Atmosfer Atmospheric-Hydrological-Hydraulic Models for Flood Early Warning System Integration Project AB ’and“ New Type Flood Control Systems EU Project Proposal Studies

Turkey's legislation with the flood wave is quite messy. Currently, the draft Water Law provides that water resources; protection, development, improvement, sustainable use in accordance with the needs priorities, to ensure the management of the watershed scale in a way that is integrated. Regarding flood management in the Draft Water Law, the flood management plan of each basin or sub-basin will be prepared or prepared by the Ministry with a participatory approach, in flood management plans; In accordance with the principles of prevention, protection and preparedness, the structural and non-structural measures to be

taken before, during and after the flood shall be determined and these measures shall be taken by the relevant administrations. In the determination, registration and registration of immovables during cadastral works; river bed width will be excluded from registration, flood management plans including flood hazard maps, if any, shall be taken into consideration in the preparation of the zoning plans of the settlements, structures that may affect the natural flow or flow bed in the river beds cannot be constructed in the Watershed Management Program. Plans need to be taken into account.

In practice, in order to prepare a more effective flood management plan, the potential negative consequences of floods should be reduced and sustainable risk management measures should be encouraged through both mitigation and vulnerability. In order to reach these general targets, risks are evaluated in the basin specific and appropriate targets are determined accordingly. For this reason, firstly, the results obtained from the Flood Risk Maps are evaluated. Targets are then set to reduce this risk. The objectives to be determined here will also form the basis of the measures to be determined in the next stages. Achievable goals must be set for the successful implementation of the plan.

With Flood Management Plan in Turkey's administrative and technical capacity to mitigate the negative consequences of floods to develop a more advanced level, local authorities, industrialists, farmers, tourist industry, as traders of different groups better coordinated order and the general public, including the addition of awareness increase. This will be possible through the implementation of the EU Flood Directive.

REFENCES

Benson, M. A. (1968). Uniform Flood Frequency Estimating Methods for Federal Agencies, Water Resources Research, 4,5, pp. 891–908.

Özcan, O., Musaoğlu, N. ve Şeker, D. Z. (2009). Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Bildiriler Kitabı, pp. 11–15.

Schumann, G. ve Di Baldassarre, G. (2010). The Direct Use of Radar Satellites for EventSpecific Flood Risk Mapping, Remote Sensing Letters, 1,2, pp. 75–84.

SYGM (2017), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). Taşkın Yönetimi, Ankara, pp.47-176.

Tunay, M. ve Ateşoğlu, A., (2004). Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, sayı: 2, pp. 60–72.

TREND ANALYSIS OF MINIMUM FLOW DATA IN KONYA BASIN

Dr. Naci Büyükkaracığan

Selcuk University

Abstract

The effects of changing climatic conditions on existing resources should be well analyzed in terms of design, construction and management of water structures. These analyzes are important not only for planning water structures, but also for effective basin management and, if applicable, disaster management. For this purpose, many researchers investigated the effects of climate change by using various data and methods.

Trend analysis is carried out to identify changes and variability and to understand future potential changes resulting from human activities. In addition, evaluating trends in river flows has a great importance in predicting the future of water resources. The analysis of the minimum flows of rivers is important for the changes in river water quality and basin drought analyzes.

In this study, time series of 25 years minimum flow values of 3 river observation stations in Konya Basin were studied for trend analysis. Sen's T, Spearman's Rho, Mann-Kendall Least Squares and innovative Sen trend tests were applied to the flow series. The homogeneity of trends in the flows was also determined by Van Belle and Hughes test.

As a result, the declining trend was found in 2 station, while the global trend was not seen in any of the basins.

Key words: Flows, Mimimum Flows, Konya Basin, Trend Analysis

1. INTRODUCTION

Hydraulic and meteorological data are very important in the development and design of water resources projects. Flood flow rates, minimum-maximum and average flow values are used for calculating the accumulation capacity of dam reservoirs and sizing spillway structures. Low flow is the minimum flow recorded in a river during the dry season. Low flow is an indicator of seasonal phenomena and hydrological droughts. This is defined as hydrological drought. Trends in low currents can also be considered as potential evidence of climate change. Statistical analysis of trends of minimum currents is crucial for future calculations.

In a broader sense, minimum flows are important for water flow planning, reservoir storage design and planning, irrigation, recreation and ecological protection. The analysis of minimum flows is also very useful in the management and operation of reservoirs (Smakhtin, 2001).

Minimum flows are particularly important in determining the flow rate to be given to the downstream side of the river from the dam bottom sluice. For this reason, it is necessary to have both minimum current and flood current values at the planning and project stage by examining the past current records. Knowing the trends in current flows from recorded past periods is of great importance in terms of optimum planning and operation of water structures.

(Cığızoğlu et al., 2002).

With the increasing hydrological droughts, analysis of low currents has become important in water resource engineering. As a result of low currents in the environment, pollution density increases and the life of fish and other aquatic organisms is faced with danger due to the lack of dissolved oxygen in the water. In terms of water management, the prediction of low flows is important for the investigation of the effects of urban water, irrigation water, hydropower generation, water quality control and long-term droughts on the ecosystem (Modarres 2008).

Determining the trend in minimum flows in the prediction of droughts is also important for practical measures to be taken against drought. For the analysis of low currents, different indices such as average annual flow, daily average flow, median flow and minimum absolute flow are used.

Human activities also directly affect low flow. Agricultural, industrial and municipal purposes can be shown as example of this is changing the water flow. In addition, irrigation return flows, direct waste water flows to the river, transfers between basins and dam construction are also other examples of human activities. (Smakhtin, 2001).

2. DATA

In this study, annual minimum flow data of 3 stream observation stations on rivers in Konya Basin are used for trend analysis. These stations are Bozkır No. 1611 on Çarşamba, Denircik No. 1612 on İbrala Creek and Şereflikoçhisar stream number 1622 on Peçeneközü Creek. It was ensured that the station data have independent and controllable flow data.

Konya Closed Basin is located in the Central Anatolia region of Turkey. The basin is surrounded by Sakarya and Kızılırmak in the north, Kızılırmak and Seyhan in the east, East Mediterranean in the south and Antalya and Akarçay Basins in the west. The total area of the river basin covering about 6.4% of the surface area of Turkey, 49 786 km2. One of the most important rivers is the Çarşamba Stream in the Konya Province, southwest of the Konya Closed Basin. Çarşamba Stream joins the Beyşehir Canal near the eastern Pınarcık village and flows into Lake Beyşehir (SYGM, 2018).

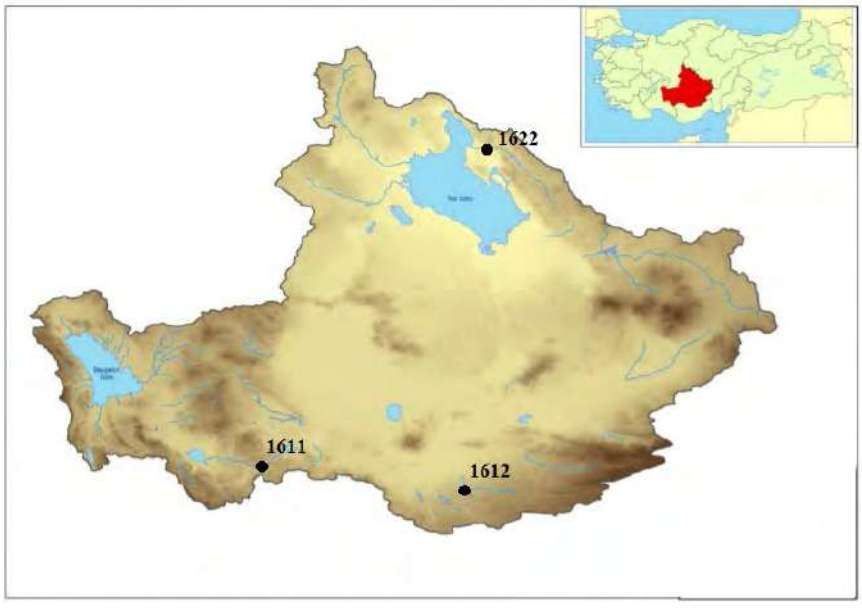


Figure 1. Konya Basin and flow observation stations used in the study

3. TREND TESTS

3.1. Sen's T Test

This test is not affected by seasonal events independent of distribution. The theory and statistics of this test are found by the following equations (Van Belle and Hughes, 1984).

First, variable values; If i is indicated by X_{ij}, the indices indicating years (i = 1, ..., n) and j months (j = 1, ..., 12),

1) average values (X_j ve X_i) are calculated for j. month and i. year ,

2) Difference values are obtained with (X_{ij}-$X_{.j}$). Thus, seasonal effects are eliminated,

3) These differences are ordered from smallest to largest, with the order of 1 to the smallest and 12n to the largest. Symbolically, this operation is calculated by the equation R_{ij}=Rank(X_{ij}-$X_{.j}$). If there are differences in the data with the same value, the average of the sequence values they should actually take is taken into account,

4) The average of the obtained rows for each month and each year,

$$R_{.j}=\sum_i R_{ij}/n \text{ ve } R_i=\sum_j R_{ij}/12 \quad (1)$$

5) Sen's T test statistic is calculated from the following formula

$$T = \left[\frac{12m^2}{n(n+1)\sum_{i,j}(R_{ij} - Rj)^2} \right]^{1/2} \left[\sum_{i=1}^{n} \left(i - \frac{n+1}{2} \right) \left(R_i - \frac{nm+1}{2} \right) \right] \quad (2)$$

m in the formulas indicates seasonal time periods and in this study the annual values are equal to 1. At the significance level α, $|T| > z$ (standard normal variable), the Ho hypothesis based on the absence of the trend is rejected and concludes that there is a certain trend.

3.2. Spearman'ın Rho Test

This test is applied to determine the presence of correlation between two observational series. Since the test is based on sequence statistics, sequence statistics R (xi) are ordered from small to large (or large to small) of observations. The Rho value (rs) of Spearman is calculated by the following equation.

$$r_s = 1 - 6\left[\sum_{i=1}^{n}\left(R(x_i) - i\right)^2\right] / \left(n^3 - n\right) \quad (3)$$

$R(x_i)$, i. the sequence number of the observation; i is the order of observation of the data and n is the total number of observations. Since n> 30 r_s distribution approaches to normal, normal distribution tables are used (İçağa, 1994).

For this, the test statistic of rs is found with the $z = r_s\sqrt{n-1}$ equation and at the level of significance, the H_o hypothesis that the observation values do not change over time in case of $|z| > z_\alpha$ is rejected and concludes that there is a certain trend.

3.3. Mann-Kendall Test

In the Mann-Kendall test, $x_1,...,x_n$ observations, sorted by time, are time-independent and similarly distributed random variables according to the H_o hypothesis (Yu et al., 1993). According to H_1 hypothesis, the distribution of x_k and x_j values in the series is not similar for all ($k \neq j$), ($k,j \leq n$), there is a linear trend in the series. The statistics of this test, which is applied to the seasonally extracted data as in the T test of Sen, are calculated from the equations below.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} \operatorname{sgn}\left(x_j - x_k\right) \tag{4}$$

$$\operatorname{sgn}\left(x_j - x_k\right) = \begin{cases} +1 & \text{eğer} \quad \left(x_j - x_k\right) > 0 \\ 0 & \text{eğer} \quad \left(x_j - x_k\right) = 0 \\ -1 & \text{eğer} \quad \left(x_j - x_k\right) < 0 \end{cases} \tag{5}$$

The variance of Test statistics S is calculated by the formula

$Var(S)=n(n-1)(2n+5)/18$.

If there is a link state in the data, the value $\sum_t t(t-1)(2t+5)$ must be subtracted from the share of this expression.

Here, t represents the number of similar x's in any bond state, and $\sum_t$ represents the sum of all bond states. If the continuity correction unit is used, the normal distribution is quite suitable for the theoretical probability distribution of S statistics including $n \leq 10$ (Hirsch et al., 1982). As a result, the standard normal variable (z) is calculated with the following equation and compared to the critical value z.

$$z = \begin{cases} \dfrac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{eğer} \quad S > 0 \\ 0 & \text{eğer} \quad S = 0 \\ \dfrac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{eğer} \quad S < 0 \end{cases} \tag{6}$$

If $|z| \leq z_{\alpha/2}$ at αsignificance level H_o, the H_o hypothesis is accepted, otherwise it is rejected. If the calculated S value is positive, it indicates the presence of an increasing trend and negative value decreasing. This technique is useful because it does not take into account the presence of missing data and does not seek to comply with a certain distribution of data (Yu et al., 1993).

3.4. Least Squares Test

It is a parametric test. The basis of the test is based on the determination of the functional relationship between time and results. To select the type of function that best describes the trend (Büyükkaracığan, 2016):

1. Time X, the values of the event are marked on the Y axis and the event is plotted. From this graph, the degree of the curve according to the bending point is determined by how the function can be expressed in terms of how the event has improved in the long run.

2. When it is not possible to determine the function type by graph, the standard errors of the function types are calculated; the function type with the smallest standard deviation is selected.

Equations closest to the data of the function used:

1. Linear Equation:

$$Y = a + bx \quad (7)$$

This equation is generally used for series whose increments and decreases are constant.

2. Parabola Equation:

$$Y = a + bx + cx^2 \quad (8)$$

This equation is used for data giving the direction deflection followed by the descent of the ascent.

3. Exponential Equation:

$$Y = a.bx \quad (9)$$

This equation allows the calculation of series with a constant rate of increase or decrease.

4. Hyperbola Equation:

$$1 / Y = a + bx \quad (10)$$

5. Cubic Equation:

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 \quad (11)$$

The graph of the series is used if there are two bends, including descents and elevations.

6. Geometric Equation:

$$Y = a. xb \quad (12)$$

3.5. Innovative Şen Trend Test

Tests of some of the classical trend tests, assumptions and test results only give limited results in the form of no trend, increasing trend or decreasing trend. This has led to the development of an alternative method. Şen trend test, which is developed as an alternative to these difficulties and deficiencies and can be applied directly to the series without any basic assumption, is also called Innovative Tendency Analysis (NQF).

The innovative Şen trend test, which is not based on any pre-acceptance requirements, can be applied to time series of different lengths. In other words, the most important feature of this method is that it can be applied to all data ranges and interpreted.

In this method, the data series of the available variable is sorted from the start to the last measurement, based on the measurement dates. The resulting series is divided into two equal parts and sorted separately from small to large according to the data size.

Then, according to the Cartesian coordinate system, as shown in Figure 2, the first (Xi) of the two data columns formed is placed on the X-axis and the other (Xj) on the Y-axis.

a. There is no trend if it is over the 1: 1 (45˚) line (a trendless time series);

b. there is a decreasing trend;

c. there is an increasing trend. It is interpreted as (Sen, 2012).

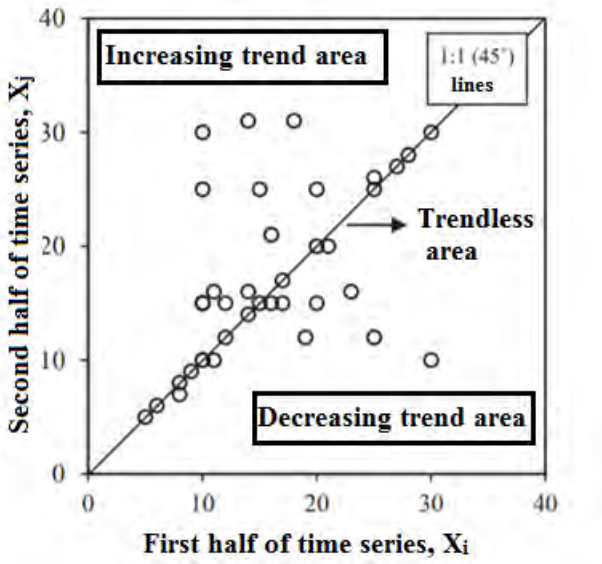


Figure2. Illustrate of Trendless, Decreasing and Increasing Regions in the Innotive Şen Trend Test

3.7. Van Belle ve Hughes (trend) Tomogeneity Test

In this test, which is used to determine the existence of the general trend on the basis of the basin, the data of the stations in the basin are combined for the global trend (Van Belle and Hughes, 1984). For this purpose, the medtodology of this test developed by Belle and Hughes (1984) to determine the homogeneity of seasonal trends in a given station is shown below.

$$X^2_{homojen} = X^2_{toplam} - X^2_{trend} = \Sigma(Z_i)^2 - m(Z)^2 \quad (13)$$

Z_i and Z values in this equation can be found as follows:

$$Z_i = \frac{S_i}{\sqrt{(Var(S_i)}} \quad (14)$$

$$Z = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Z_i \quad (15)$$

The S_i values in these equations are Mann-Kendall Test statistics values calculated for each year, and m is the number of seasons or months.

4. RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the application of trend tests, the decreasing trend was found in the station data 1611 and 1612. There was no trend in the current monitoring station 1622.

Table 1. Trend analysis test results

Station	M-K	S'Rho	S'T	M-SQ	Trend
1611	-2.38	1.60	1.96	-1.99	↓
1612	-2.11	1.94	1.97	-2.04	↓
1622	0.22	-0.88	-0,94	-022	-

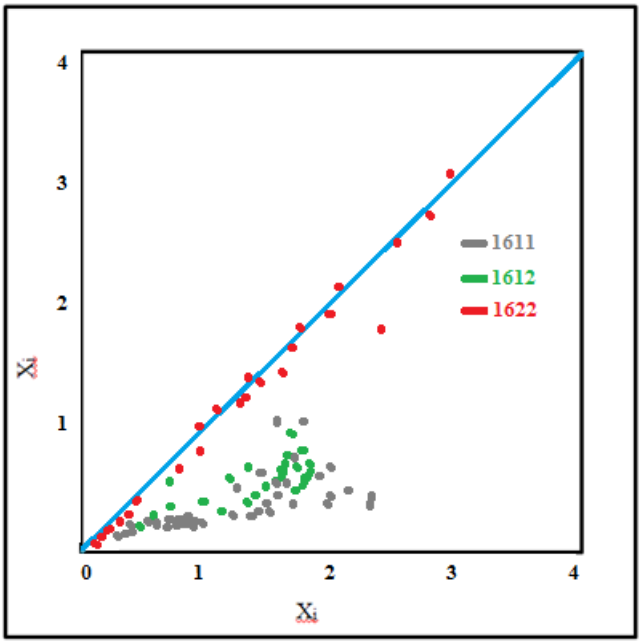


Fig. 3. Results of Innovative Sen Trend Test

Table 2. Results of the homogeneity test for the global trend across the basin.

	Van Belle ve Hughes omogeneity test	Permissiveness degree	χ^2_{critic} α=0.05
χ^2total	101.01	k.m=24	41.03
χ^2homogeneity	52.21	k.m-1=23	55.82
χ^2station	19.22	k-1=1	5.99
χ^2trend	22.38	1=1	3.84
Station homogeneity	χ^2station ..... χ^2critic	>	
Explanation		χ^2 trend test is not done	
Global trend	χ^2trend	>	

χ^2critic	
TREND	NO

According to this result, there is no global trend on the basis of basin in the annual minimum flow series of Konya Basin Rivers.

The climatic changes experienced in our country in recent years cause our country to receive less rainfall and increase temperatures compared to the previous years. In parallel, the use of water for agricultural purposes also leads to a reduction in groundwater resources.

Due to the ecological and economic benefits of water as well as human life, water resources management in natural and artificial water fields needs to be well planned and implemented. Existing resources should be used in the best way.

There are large agricultural lands in Konya basin. While water is drawn from rivers for irrigation purposes, ponds and dams are also constructed. This negatively affects the ecological and hydrological balance of the basin. For this, irrigation programs should be developed considering the drought effect. If necessary, the agricultural product regime should be changed. Plants that consume less water can be planted according to the characteristics of the land. Modern irrigation techniques can be used for irrigation. Farmer trainings and controls should be made on not to do wild irrigation.

REFENCES

Büyükkaracığan, N. (2016), Trend Analysis of Annual Total Precipitation Data in Konya ,World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Geological and Environmental Engineering Vol:10, No:12.

Cığızoğlu, K.,Bayazıt, M., Önöz, B., Yıldız, M. ve Malkoç, Y., (2002), Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler, EİE Genel Müdürlüğü ve İTÜ Ortak Projesi, EİE Matbaası, 265s, Ankara.

İçağa, Y. (1994). Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods. Dokuz Eylül University Institute for Graduate Sciences, Thesis of Master Degree in Civil Engineering, İzmir, Turkey, 174.

Modarres R (2008). Regional frequency distribution type of low flow in North of Iran by L-moments. Water Resources Management 22(7): 823-841.

Smakhtin, V.U. (2001). Low flow hydrology: a review. Journal of Hydrology 240(3–4): 147-186.

SYGM (2018). Konya Kapalı Havzası Yönetim Planı,

https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/KONYA%20KAPALI%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf,

Şen, Z. (2012). Innovative trend analysis methodology, Journal of Hydrologic Engineering, 17(9), 1042- 1046.

Van Belle, G. ve Hughes, J.P. (1984). Nonparametric Tests for Trend in Water Quality. Water Resources Research 20 (1), 127-136.

Yu, Y.S., Zou, S. and Whittemore, D. (1993). Non-Parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. Journal of Hydrology 150, 61-80.

EVAULATION OF TURKISH FLOOD REGULATIONS WITH EU FLOOD DIRECTIVE

Dr. Naci Büyükkaracığan

Selcuk University

Abstract

Flood is a natural event that develops depending on the climatic conditions, geotechnical and topographic characteristics of the region. However, flood damages occur entirely as a result of human activities. All over the world, the most important cause of flood disaster is uncontrolled urbanization activities in areas at risk without prior measures. Floods are not events that can be precisely determined in time and magnitude. Therefore, combating floods is possible through effective flood management and technical activities. Legal legislation is very important for the success of flood management. Legislation should include regulations that define various tasks and responsibilities, that strongly supports these steps. There are nearly 40 laws and regulations in our country on the struggle against floods.

In addition, The Flood Directive, the full name of which is " Assessment and Management of Flood Risks", entered into force on 26 November 2007 by a decision of the European Parliament and the Council of Ministers. In this study, first of all, the legal legislation on which the flood management system of our country is based is examined.

Afterwards, information about the European Flood Directive was given and its relation with the Turkish legislation was evaluated. The harmonization of the legal legislation of our country which is a member of the European Union with the EU was investigated and suggestions was made.

Key words: Eu Flood Directıve, Flood, Flood Managements, Turkish Flood Regulation.

1.INTRODUCTION

Floods are one of the most damaging natural disasters that most countries have suffered in the world. A flood can be defined as overflowing from its bed for various reasons, damaging the surrounding settlements, agricultural lands, infrastructure facilities and living beings and creating a flow that interrupts socio-economic activities. Floods have been seen in more than 1/3 of the earth's surface, which covers 82% of the world's population (Dilley, 2005). Continuing urbanization or industrialization activities without taking precautions in flood risk areas can be considered as the most important reason that increases and makes flood damages visible.

Flood risk increases as a result of the acceleration of economic development in flood areas with the pressure of economic development and population growth. The vulnerability of the floods increases because of the population increase and especially the migration of the population in developing countries towards unplanned urban settlements. The process of urbanization brought about by industrialization and sector diversity greatly increases human activities in river basins. This disrupts the balance of the basin as a whole and consequently leads to flood disasters, which lead to large loss of life and property. With unsuitable farming methods, soils are used extensively and flood disasters are becoming more common situation.

Floods are most common as a result of overflowing from river beds. Sudden or strong rains and snow melts result in overflows. It is also very effective to use the water from river beds to floods outside the purpose of the beds. Nowadays result of urban sprawl to become squatters in the creek bed, reforestation, filling or replacing the riverbed every year as a result of the large property and even loss of life are to be found in Turkey.

In mountainous areas, as a result of rainfall and snow melting on the hills, stream beds are filled with water that cannot carry and sudden floods occur. In particular, this also creates floods landslides dangerous for settlements in the foothills is quite dangerous (AFAD, 2018).

Similar to the world of global climate change, changes are observed in Turkey's climate. 21th century is also expected to be more frequent, severe and long-lasting droughts, heatwaves and forest fires in Southern Europe and Turkey. In addition, by the increase in the number of days with short but heavy downpours, significant increases are expected in sudden floods. Due to the fact that our country is located in the Eastern Mediterranean Basin where the effects of climate change will be felt intensively. For that reason, Turkey is considered among the high risk group countries in terms of the negative effects of climate change.

In many countries, especially in European countries, the approach of flood prevention at the local level has been shifted from a larger scale to the management of flood risks. Flood Management Plans regulate all activities and inter-institutional coordination required to prevent or reduce the material and moral losses and damages that may arise in terms of human life, property, environment, natural, historical and cultural assets as a result of a possible flood in the basin.

In order to be protected from flood events that affect the whole world, states have been trying to establish legal infrastructure. Similar with our country, a large part of Europe is under risk of flooding. For this purpose, the European Union published the Flood Directive in the 2000s within the framework of the Water Directive. The EU Commission also required member states and candidate countries to comply with this directive in their local laws. This framework is based on a larger scale flood risk management approach than the flood prevention approach at the local level. In the member states of the European Union, this transition has been made mainly as a transition to basin level management under the Directive 2007/60 / EC on the Assessment and Management of Flood Risks. In our country, the flood prevention approach at the local level is shifted from basin management to flood risks and in this context, Basin Flood Management Plans are prepared.

2. EU FLOOD DIRECTIVE

European Union (EU) laws, disaster mitigation studies, research and practice in this area are covered by the directives associated with a large number of large-scale plans aimed at identifying and mitigating risks. It has a legal position on the laws of EU member states (Uzuntaş and Öztürk, 2019).

The EU Water Framework Directive (WFD) was adopted by the European Parliament and the Council on 23 October 2000 with a resolution of 2000/60 / EC to establish a general framework for community water policies. This Directive provides for the development of watershed management plans for each watershed area in order to ensure good ecological and chemical levels. However, at that time, the priority objectives of this directive did not include the management of flood risk and protection from floods. Likewise, the issue of climate change could cause flooding. However, the sub-objectives of the Directive are to reduce the negative effects of floods.

In Europe, between 1998 and 2009, 213 very large floods caused 700 deaths, half a million displacements, and economic losses of at least 25 billion euros (Efeoğlu et al., 2010). During this period, floods in Europe accounted for 43% of all natural disasters. Severe floods in 2005 strengthened the need for more decisive action. In the Water Framework Directive adopted in 2000 on European integrated water management, it started integrated studies on flood management in 2004. With the Flood Action Program established in 2004 and The Flood Directive adopted in 2007, Flood Protection has become an important issue of the EU. With this framework directive, a change in the view of the floods began in the EU administration.

The EU Flood Action Program has taken into account not only the technical consequences of floods, but also economic losses. Floods are most damaging to people and settlements on the banks of the Great River and the coast. 21 of the 28 members of the European Union have coastline. The total length of the coastline of these countries is approximately 107,000 km. d. The number of people living in these regions is estimated to be 22 million. The value of securities and real estate on the shores of the European Union is reported to be approximately EUR 1150 billion (PWC, 2019).

As a result of the legal studies carried out since 2004, as a result of the flood incidents in the European Union countries, the / 2007/60 / EC Flood Risk Assessment and Management Directive ((EU Flood Directive for short) was enacted on 26 November 2007.

The main objectives of the 4.22007 / 60 / EC Directive on the Assessment and Management of Flood Risks:

1. To establish a structure focused on evaluating and managing flood risks,

2. To reduce the negative effects of floods on human health, environment, cultural heritage and economic activities,

The main approach in the Flood Directive is “Basin Management ”.

In the EU countries, a study on Best Best Practices on Flood Prevention, Protection and Mitigation was carried out under the leadership of the Netherlands and France. The following are some of the substances thought to have taken points. When the first article is examined, the recommendation that interventions to the river beds are as small as possible shows the importance of this issue (Kirmencioğlu, 2015).

1- Flood events are a part of nature, will continue to exist in the future as in the past, and human interventions should be as low as possible in the natural process,

2- Inclusion of flood activities in the whole river basin, increasing coordination in the management and development of actions related to water, soil and natural resources in the basin,

3- Increasing international efforts to bring the river basins to their natural state in order to keep the waters in natural wetlands and floodplains and reduce the flood effects,

4- People should be aware of the danger of the floodplain and adapt to it,

5- Effective non-structural measures,

6- To remain an important element in the security measures for the security of people and valuable assets, but it is known that these measures are not a definitive solution and that 100 percent security is not provided,

7- The public should be aware of the risk.

The Flood Directive is implemented in three stages in the Member States. In the first stage, the EU Member States completed the Flood Risk Preliminary Assessment (WFD) for river basins and coastal areas by 22 December 2011 to identify areas where flood risk exists or where a flood event is likely to occur (so-called Potentially Flood Areas) must be available. Flood risk is an important concept in the Flood Directive. Flood risk is a combination of the probability of flood occurrence and its consequences (SYGM,2017).

In the second stage; member states have prepared flood hazard and flood risk maps for identified Potentially Serious Flood Areas by 22 December 2013. These maps indicate areas that are likely to occur (optional), which are prone to moderate and low floods, including areas in which the flood event may be considered as extreme. The maps also include detailed information on the projected flood area, water depth and, if possible, flow rate (flood hazard maps) and economic activities that may be affected by the flood, the number of people at risk, and the environmental damage (flood risk maps) caused by the flood.

In the third stage; member states have prepared the Flood Risk Management Plans (TRYP) at basin level by 22 December 2015. This process will thus be harmonized with the River Basin Management Plans cycle of the Water Framework Directive. Flood Risk Management Plans focus on prevention, protection and preparedness. Member states should coordinate flood risk management practices in common river basins, including third countries, and implement measures to increase flood risk in neighboring countries. Member states also take into account long-term developments, including climate change, as well as sustainable land use practices and climate change addressed in the flood risk management cycle in the Flood Directive.

All assessments, maps and plans prepared should be open to public access and Member States should encourage the active participation of interested parties in the preparation of TRYPs. Flood Risk Management, which is one of the most important legislation of the European Union, is one of the requirements of “EU Flood Directive”. It is a social planning and management tool that requires a holistic approach to solve various problems including rainfall, flow, river and flood.

Directives related to harm reduction studies, research and practice in this area, and large-scale planning aimed at identifying and mitigating risks are directly covered by the European Union (EU) legislation. It has a legal position on the laws of EU member states. All directives shall be adopted before the European Parliament and the Council of Ministers. Once the directives have been adopted, the EU member states will regulate their laws in accordance with these directives. The directives are binding in terms of results, but member states themselves decide how they will be reflected in their laws.

Council and European Parliament Directive No. 23/2007 of 23 October 2007 on Flood Risk Assessment and Management, acting in accordance with the procedures laid down in Article 251 of the Convention:

1. Floods have the effect of causing deaths, immigration and environmental damages, damaging economic development and weakening the economic development of the community.

2. Floods are natural events that cannot be prevented. However, some human activities (such as the expansion of residential areas, economic investments in flood areas and the reduction of water retention due to land use) and climate change contribute to the increased risk and adverse impacts of floods.

3. It is possible to reduce the negative impact of floods, especially for human health and life, environment, cultural heritage, economic activities and infrastructure systems. However,

the measures to be taken to mitigate these risks need to be coordinated throughout the river basin as much as possible in order to be effective.

4. Council decision 2001/792 / EC of 23 October 2001 sets out the community mechanism to facilitate cooperation in matters of civil protection assistance by Member States in the event of major emergencies, such as floods, support and mobilization of assistance. Civil protection can provide adequate response to the affected population, improve preparedness and flexibility.

5. Various flood types occur in Community Member States, such as river floods, sudden floods, urban floods and coastal floods. Damages caused by floods vary across country and community boundaries.

6. Section II Preliminary Assessment of Flood Risk ,according to the procedures specified in Article 4; potential risks should be assessed on the basis of available or easily accessible information, such as long-term records and studies, and a preliminary assessment of flood risk, taking into account the impacts of climate change on flood formation

In flood risk management plans, elements such as benefit-cost, flood size and flood transport routes and areas with potential for flood retention, as well as natural floods, environmental objectives in Article 4 of Directive 2000/60 / EC, spatial planning, land use, nature protection, maritime and port infrastructure. All cases will be discussed, taking into account the characteristics of the river basin or sub-basin related to flood risk management on the basis of flood risk management plans, flood estimates, early warning systems, protection, prevention and preparations.

Flood risk management plans should include controlling flood in specific areas in flood incidents as well as regulating water retention and improving sustainable land use (SYGM, 2015).

3.RESULTS and DISCUSSION

The European Union candidate country, Turkey, is essential to comply with the legislation in unity. WFD the mediation process in Turkey is not yet available for member (as candidate) What kind of water-related obligations in the treaty that the EU must act with the awareness that it is a party. Turkey, one of the six river basins of "International River Basin District" waters beyond its borders importance to the so-called Middle East should keep in mind the impact it will make on them.

It should also comply with the EU Flood Directive on floods. In our country, the legal arrangements related to flood management are not included as a whole. The legal regulations related to the duties of the official institutions and organizations involved in flood management are complex. These legislation should be revised in line with the EU flood directive. Although the founding law of AFAD is in line with the EU, this is not the same for the organizations responsible for flood management. In our country, the flood management plans based on the EU Flood Directive, which will include flood hazard and risk maps on the basis of watershed, the preparation, implementation, supervision and monitoring of spatial planning should be carried out by legal legislation.

Although there is significant accumulation of knowledge in the organizations carrying out technical studies for SEA in our country, it is not known how to implement the Directive step by step in a watershed. It is seen that the studies carried out for the establishment of

integrated watershed management in our country are progressing slower than necessary due to the fact that different institutions are authorized on the same subject, there are many laws enacted for different purposes, the uncertainty of definitions and lack of infrastructure. The front of the case should be introduced through the implementation of integrated watershed management in Turkey. In the water law, which is beneficial for the enactment of the SEA between 2009 and 2013 according to the prescribed dates, it will be beneficial to determine the limits of authority of the state institutions related to water (authorization of a single institution if necessary) and to eliminate the clutter in the legislation by clarifying the powers and responsibilities of the relevant sectors.

In the process of harmonization with the EU acquis in Turkey it has been many legal regulations. With the SEA and the EU harmonization process in Turkey "environment" has gained momentum in the field of legal regulations. Since the Law No. 831 on Water, dated 10.05.1926, 18 Laws were put into force with regard to water. However, 22 regulations and 9 communiqués were put into effect after the SEA. However, Flood Directive, which took the title of the EU Water Framework Directive and that in Turkey, the lack of proper water law standards, effective management and inter-agency coordination of the water has been found to adversely affect.

Although many harmonization laws have been enacted regarding the EU Flood Directive, the Water law needs to be enacted. In this law, which is currently in draft, water resources; protection, development, improvement, sustainable use in accordance with the needs priorities, the management of the watershed scale is aimed to ensure integrity. With this law, Flood Management Plans should be taken into consideration especially in the preparation of the measures program included in the Basin Management Plan.

With the implementation of the EU Flood Directive in our country, it will be possible to further develop the administrative and technical capacity to reduce the negative consequences of floods and to increase the public's sensitivity to floods.

REFERENCES

AFAD (2018). Türkıye'de Afet Yönetımı Ve Doğa Kaynaklı Afet İstatıstıkleri. www.afad.gov.tr (18.10.2019)

Dilley, M. (2005). Natural disaster hotspots: A global risk analysis, Vol. 5, World Bank Publications, Washington, DC.

Efeoğlu A., Yeşil N., Kimençe T., (2010) Avrupa Birliği Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi ve Ülkemizdeki Çalışmalar II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar Tebliğler Kitabı sayfa 21-29

Kirmencioğlu, B. (2015). Türkiye'de Dere Yataklarına Müdahalelerin Taşkınlar Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi, s.58-60.

PWC (2019). Gayrimenkulde Gelişen Trendler Avrupa 2019 Özet Rapor, https://www.pwc.com.tr/ (02.10.2019).

SYGM (2017), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). Taşkın Yönetimi, Ankara, 114-119.

Uzuntaş, Ö. & Öztürk, S. (2019). Türkiye'deki sel ve taşkın yönetmelikleri üzerine bir değerlendirme: farklı ülkeler ile karşılaştırma ve yasal boşluk analizi. The Journal of International Scientific Researches, 4(2), 146-161.

TÜRKİYE'DE MÜHENDİSLİK EĞİTİMİNİN SORUNLARI VE BAZI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Halit TAŞKIN
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Fizik Bölümü, 67100 ZONGULDAK

Özet

Eğitim, kısaca bazı becerilerin insanlara doğru biçimde kazandırılması ve bunların uygulanmasındaki başarının hedeflenen seviyeye getirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu tanımlama, eğitilenin bu eylemi kabul ettiğini ve bir takım kazanımlar elde etmek üzere eğitimin girdilerinden yararlanma amacı güttüğünü de göstermektedir.

Bir ülkenin gelişmişlik durumu incelenirken dikkate alınan en önemli ölçütlerin başında şüphesiz ki eğitim yer alır. Eğitim ile kalkınma arasında sıkı bir paralellik bulunduğu yapılan çalışmalarla ve edinilen tecrübelerle kanıtlanmış bir gerçektir. Eğitim-öğretim ülkemiz genelinde halen çözüm bekleyen çok ciddi bir sorundur. Kaliteli eğitim esasen temel bir insan hakkı olup anaokulundan itibaren tüm basamakları kapsayacak biçimde bir bütün halinde göz önüne alınmalıdır. Eğitim, aynı zamanda evrensel insani değerler ve etik kuralları ile de bezenmelidir. Bu çalışmada mühendislik eğitiminin önemi ve uygulanabilirliği üzerinde durulmuş ve yetişkinlerin eğitiminde önem verilmesi gereken hususlar tartışılmıştır. Bir eğitim sisteminin en verimli biçimde yürütülebilmesi için gerekli adımlar incelenerek sıralanmıştır.

Mühendislik, "Doğadaki maddeleri ve enerjiyi insanların kullanabileceği ürünlere ve hizmete dönüştürmeyi hedefleyen bunu yaparken matematiğin ve temel bilimlerin ilkelerini ve yöntemlerini kullanan, metot, sistem ve teknolojileri araştıran planlayan, projelendiren, üreten bir meslek, uygulamalı bir bilim dalı" olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda kaliteli mühendislik eğitimi bir ülkenin teknolojik açıdan gelişmesinde hayati önem taşır. Fakat hal böyle iken, ülkemizde özellikle son yıllarda alt yapısı oldukça zayıf hiç de azımsanamayacak sayıda öğrencinin vakıf ve taşra üniversitelerine kolaylıkla girebilmeleri ile eğitimin çıtası maalesef daha da düşmüştür. Bu durum, hem işsizliğin artmasına sebep olmuş, hem de saygın bir meslek olan mühendisliği son derece olumsuz etkilemiştir. Kuşkusuz bunda izlenen yanlış politikaların, öğrenci sayısının fazlalığının ve üniversitelerin yeterince gelişmiş alt yapıya sahip olamamalarının payı da hayli büyüktür.

Mühendislik eğitimde temel amaç, öğrencilerin ufkunun genişletilmesi, onlara tasarım yeteneği kazandırılması ve tasarımda ortaya çıkan muhtelif sorunların çözümüdür. Mühendislik bölümlerinin gerçekten iyi yetişmiş nitelikli mezunlar verebilmesi, bazı temel ilkelerin sağlanması kalite denetiminin ciddi biçimde yapılması ve bunun sürekli hale getirilmesiyle mümkündür.

Mühendislik eğitiminde olmazsa olmaz temel bilim dersleri, özellikle mühendislik uygulamalarına odaklı ve tekdüzelikten uzak bir şekilde verilmelidir. Bu derslerin bir baraj niteliğinde olması şarttır. Mühendislik eğitimde hedefler akılcı ve gerçekçi bir biçimde belirlenmeli, gelişmenin sadece hazır teknolojiyi satın almakla değil ancak ve ancak üreterek sağlanacağı göz ardı edilmemelidir.

Yığınlarca gencin üniversite kapılarında beklediği ülkemizde yeni üniversiteler, fakülteler veya bölümler açmak yerine, öncelikle mevcutların kalitesini her bakımdan ileriye taşıyacak girişimlerde bulunulmalı; yeni birimler ise gerçekten ihtiyaç duyulması ve alt yapısı tam

olarak sağlandıktan sonra açılmalıdır. Mühendislik programlarının öngörülen hedeflere uygun nitelikte olup olmadığının belirlenmesinde üniversite dışı bağımsız bir değerlendirme kurumundan yararlanılması, başta ABD olmak üzere pek çok ülke de benimsenmiş bir yoldur. Türkiye'de de tüm mühendislik bölümlerinin ivedilikle ABET değerlendirmesine alınması planlanmalıdır.
Bu çalışmada ülkemizde mühendislik eğitiminin genel durumu eğitim kalitesi ve sıkça karşılaşılan sorunlar ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Eğitimin kalitesini yükseltmek adına bazı olumlu önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eğitimin Önemi, Mühendislik Eğitiminin Sorunları, Mühendislik Eğitiminin Kalitesine Yönelik Öneriler.

Abstract

Education can be defined as transferring certain skills to human in accurate amount and level with accurate instruments and lifting them up to a reasonable achievement level. This definition also shows that the trainee accepts this action and intends to utilize the inputs of the training to achieve a number of gains.
Education is one the most important criteria taken into consideration when we look at the development level of a country. It is proven fact that there is a strong relation between education and development level of a country. Education is still a major problem in our country. Qualified education is actually a fundamental human right and should be considered as a whole covering all levels starting from early years. Education should also include universal human values and ethical rules. In this study, we examine the importance and applicability of engineering education and discuss the issues that should be considered in adult education. We also present our "things to do" suggestions in order to raise the quality of education.
Engineering is defined as the application of science that opens up opportunities and creates technology and products that help make our lives easier. Therefore Basic sciences and math are the indispensable part of profession of engineering. Therefore, Education of engineering in high standards play a great role for technological development of a country. In this case, answering a few math questions correctly has made it possible to study at engineering faculties and this has led to a collapse of education in foundation and rural area universities. This causes both unemployment problem and loss of prestige in the profession of engineering. The other factors are beside the wrong policies fallowed, overcrowded classes and poorly equipped universities.
The main objective in engineering education is to expand the horizon of the students, to give them the ability for designing and to solving various problems which may occur while manufacturing. For having well-qualified graduates, engineering departments should fulfill some basic principles like quality control and make this steady.
The indispensible fact is that the basic science courses should be focused on engineering applications. These courses must be compulsory. Targets must be determined rationally and in a realistic way. it should be clear that the progress will be achieved only by producing, not purchasing ready-made technology.
It's a fact that a considerable number of students are willing to enter universities. Instead of opening new faculties or departments, existing ones should be improved. New departments can be opened only if they are really needed, once they are fully equipped. To determine whether engineering programs meet the targeted objectives, like in the United States, some independent evaluation institutions should be put in function.

In this study, we examine the importance and applicability of engineering education and discuss the issues that should be considered in adult education. We also present our suggestions in order to raise the quality of education.

Keywords: Importance of Education, Problems of Engineering Education, Suggestions for Quality of Engineering Education.

1.Giriş

Başarının, hem kişisel yeteneğe hem de güdülenmeye (motivasyona) bağlı olduğu ve bunların her ikinin de başarıyı artırdığı göz önüne alındığında, başarı probleminin bir bilgi eksikliği mi, yoksa bir davranış ve güdülenme problemi mi olduğu sorusu ortaya çıkar. Yaşadığımız çağda insanların meslek alanlarında birçok kez ilerlemeler kaydedecekleri öngörülmektedir. Dolayısıyla mesleki hayatın yeni basamakları için insan sürekli olarak kendini eğitmek zorundadır. Sürekli eğitimin çıkış noktası işte bu gerçeğe dayanır. Okullardan veya üniversiteden sadece bir kez derece almak şüphesiz ki tüm yaşam boyunca artık yeterli olmayacaktır. Yani sürekli eğitim, modern dünyanın bir gereksinimi olmuştur. Yetişkinlerin eğitimi, çocukların ve gençlerin eğitiminden çok farklıdır. Eğitimciler ve idareciler yetişkinlere özgü eğitim tekniklerini kullanarak öğrencilerin tutum ve başarılarını daha iyi noktalara götürebilirler. Bilgi sahibi olmak ve becerilerin geliştirilmesi, bir eğitim programından beklenen tipik sonuçlardır. Bu sonuçlar güdülenme ile de ilişkilidir. Güdülenme, tutum ve eyleme doğrudan etki eden bir duygu olarak tanımlanabilir. Bu nedenle insanın öncelikle öğrenme isteği duyduğu bir alanda kendisini teşvik ve tahrik edebilecek çevre veya atmosferi oluşturması gerekir. Yetişkinlere yönelik eğitim programları düzenlenirken ihtiyaçlarla bağlantılı olarak bilgiden nasıl yararlanılabileceği araştırılmalıdır. Bugüne kadar, yetişkinlerin eğitimi üzerine farklı üniversitelerde çok kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların sonuçları göz önüne alındığında, yetişkinlerin öğrenmeleriyle ilgili olarak şu yargılara varılabilir [1] :

- Yetişkinler öğrenmeye istekli olmalıdırlar.
- Yetişkinler sadece öğrenme gereği hissettikleri şeyleri öğrenirler.
- Yetişkinler uygulayarak öğrenirler.
- Yetişkinler öğrenirken problemleri merkeze alırlar.
- Yetişkinler derece veya not değil, kendilerine yol gösterilmesini isterler.
- Tecrübe yetişkinlerin öğrenimini etkiler.
- Yetişkinler en iyi resmi olmayan ortamlarda öğrenirler.
- Yetişkinlere öğretirken değişik yöntemler kullanılmalıdır.

Yukarıda sözü edilen prensipler doğrultusunda, yetişkinlerin fizyolojik (zeka, duyma, anlama, dikkat süresi vb.) farklılıklarını dikkate alan, onların gereksinimlerine göre düzenlenmiş programların başarılı olma şansı daha yüksektir. Yetişkinlerin öğrenme karakteristiklerini ve bireylerin kültür, yaş, bilgi yönünden farklılığını dikkate alan eğitimciler, onların konulara odaklanmalarını sağlayabilir, anlamlı problemlere yönelik bilgiler verebilir ve bilgilerin hafızalarda daha kalıcı olmasını mümkün kılabilirler.

2.Temel Eğitim

Bir eğitim sisteminin en iyi biçimde yürütülebilmesi için gerekli adımlar şöyle sıralanabilir:

- İhtiyaçların belirlenmesi
- İstenen eğitime ilişkin işlemlerin tespiti
- Eğitimin içeriğinin, yapısının ve süresinin belirlenmesi

- Eğitimcilerin seçimi
- Uygun imkanların ve özel cihazların seçimi
- Uygun zamanın ve maliyetlerin belirlenmesi
- İhtiyaç ve fayda analizinin yapılması

.Yukarıdaki adımlar uygulanırken dikkate alınması gereken en önemli husus; öğrencinin halen yapamadığı, fakat eğitim sonrasında veya gelecekte başarması gerekenlerin neler olduğudur. Eğitim öncesindeki potansiyel faktörler; öğrencilerin yatkınlıkları, öğrenme kapasiteleri, olgunluk, okumaya eğilimlilik, verilen eğitimle ve çeşitli mesleklerle ilgili önceden kazanılmış tecrübeleridir. Eğitimcilerin sayısının, niteliklerinin, yetkilerinin ve eksikliklerinin doğru analiz edilmesi büyük önem taşır. Eğitimciler, teorik bilgilerle beraber, deneyim ve özgüveni artıracak pratik çalışmalara da ağırlık vermelidir. Örneğin geniş iş tecrübesi olan bir mühendisi veya bir eczacıyı eğitimci olarak görevlendirmek ve onun birikiminden yararlanmak akıllı bir seçim olabilir. Ayrıca eğitimciler, yetişkinlerin tavır ve tepkilerine, sınav sonuçlarına ve çalışacakları işyerlerine sağlayacakları katkılara göre programlarını ayarlamalıdırlar. Hazırlanan eğitim programının imkanlarının önceden belirlenmesi, ideal olanıdır. Eğitim, esneklik, geri besleme, ortam ve daha fazla talep eden nitelikleriyle birlikte değişik yaş gruplarına göre uygulanmalıdır. Eğitim-öğretim materyallerinin, eğitimin içeriğini destekleyecek şekilde seçilmesi önerilmektedir. Teknik eğitim, belirli bir zaman dilimine yayılmış kısa ve yoğun seanslar halinde yapılırsa etkili olabilir. Diğer yandan yoğun ve derinlikli bir eğitim daha uzun bir zaman için programlanabilir. Eğitim amacıyla hazır basit yazılımlar, çeşitli videolar ve görsel materyaller(görsel deney setleri) kullanılabilir. Mevcut olan bazı yazılımlar oldukça basitleştirilmiş sınır koşulları ve kısıtlamaları içerdiği için bunlar bazı özel etkilerin elde edilmesinde kolaylıkla kullanılabilir. Dünyada özellikle eğitim amaçlı olarak pek çok program, video ve görsel materyal geliştirilmiştir. Gün geçtikçe gelişen teknolojinin sunduğu bu imkanların kullanılmasının eğitimin kalitesini yükselteceği muhakkaktır.

3.Mühendislik Eğitimi

Çağın gereklerine uygun bir mühendislik eğitiminde en önemli nokta, mezunların bilgi düzeylerinin belirlenmesidir. Mühendislik eğitim-öğretim programlarının gerçekten nitelikli mezunlar verebilmesi, uygulanan programların bazı temel ilkeleri sağlaması ve kalite denetiminin sürekli hale getirilmesi ile mümkündür. . Mühendislik, analizden başlayarak toplumun gereksinimlerini çözen senteze uzanan bir yol olarak görülmelidir. Mühendislik eğitiminde amaç, tasarım yeteneklerinin geliştirilmesi ve tasarımda karşılaşılan sorunlarının çözülmesidir.

Mühendislik eğitiminde göz önünde bulundurulması gereken en önemli hususlar şu şekilde sıralanabilir:

- Öğrencilere karşılaşacakları problemler için, analitik çözümler ve alternatifler geliştirme becerisini kazandırmak
- Değişik şartlarda uygulanabilecek genel tasarım ilkelerini vermek
- Laboratuvar derslerinde deneysel yöntemlerin araştırılmasına önem vermek
- Teknik sorunların çözümünde, mezunların pratik ve analitik yönlerini kullanmalarını sağlamak
- Tasarım yaparken, mevcut malzeme ve sistemleri kullanmanın yanında, alternatif teknolojileri de araştırma ve geliştirme becerisini kazandırmak
- Mezunları yüksek lisans ve doktora eğitimine hazırlamak

Yükseköğretim kurumlarının uygulamalı bilim, mühendislik, teknoloji ve bilişim alanlarındaki programlarını akredite eden ve sivil toplum kuruluşu olarak A.B.D' de faaliyet

gösteren bir yapılanma olan ABET (The Accreditation Board for Engineering and Technology) kriterlerine göre bir mühendislik programdan mezun olanların;

- Matematik, temel bilimler ve mühendislik bilgilerini uygulama
- Deney tasarımı, yapımı, veri analizi ve yorumlama
- İstenen özelliklere sahip bir sistemi, bileşenlerini veya çözüm yöntemlerini tasarlama
- Disiplinler arası bir grup içinde çalışabilme
- Problemleri tanımlama, modelleme ve çözme
- Profesyonel ve etik sorumlulukların farkında olma
- Etkin biçimde iletişim kurabilme
- Mühendislik çözümlerinin evrensel ve toplumsal bağlamda etkisini kavrayabilecek geniş bakış açısı oluşturabilme
- Yaşam boyu öğrenmeye çalışma
- Yürürlükte olan yönetmelikler ile ilgili bilgi sahibi olma
- Mühendislik uygulamaları için gerekli modem mühendislik araçlarını, becerilerini ve tekniğini kullanma

Becerilerine sahip olmaları öngörülmektedir [2]. Lisans programında dersler; Temel bilimler ve matematik, Mühendislik bilimleri, Beşeri bilimler, Sosyal bilimler ve iletişim, ve Alan dersleri arasında dengeli biçimde dağılmalı ve mezuniyet için gereken toplam kredi 128-145 arasında olmalıdır. ABET Amerika'daki 35 kuruluştan oluşan bir yapılanmadır. Akademik kurumların yanı sıra, ağırlıklı olarak inşaat, endüstri, ve makine mühendisleri odaları gibi pek çok profesyonel kuruluştan oluşan ABET'in; Amerika'daki mühendislik eğitimi programlarını incelemek, bu programların toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olup olmadığını belirlemek, mühendislik eğitiminde gelişmelere öncü olmak, yenilikçi eğitim sistemlerini teşvik etmek ve bunları kamuoyuna duyurmak gibi hedefleri vardır. ABET Amerika dışındaki değerlendirmelerinde, Amerika'daki üniversitelerle aynı şekilde belgelendirme yapmamakta, bu bölümler için Amerika'daki standartlara eşdeğer olma (substantially equivalent) ölçütünü getirmektedir. ABET akreditasyon sistemine ilk başvuruda bulunan Türk üniversitesi ODTÜ'dür. Bu başvuru ile ABET akreditasyonu Türkiye'de de tanınmaya başlamıştır. Türkiye'de halen 52 program bu akreditasyona sahiptir. ABET akreditasyonuna sahip en çok program ise İTÜ'de bulunmaktadır. İTÜ, 24 programına birden akreditasyon alarak ABET rekoru kırmıştır. Ayrıca öğretim dili %100 İngilizce olmadığı halde akreditasyon almış tek üniversitedir. [3]. Ülkemizde de Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (MÜDEK), 2003 yılından beri çeşitli mühendislik eğitim programları için akreditasyon, değerlendirme ve bilgilendirme çalışmaları yapmaktadır. MÜDEK, Türkiye'de mühendislik eğitimi kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunmak amacıyla faaliyet gösteren bağımsız bir kuruluş olup yükseköğretim kurulu tarafından ulusal bir kalite güvence kuruluşu olarak tanınmaktadır[4]. MÜDEK tarafından akredite edilen mühendislik programlarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Yakın gelecekte bu çalışmalardan olumlu neticeler alınacağı umulmaktadır.

4. Mühendislik Eğitiminin Ülkemizdeki Durumu

Ülkemizde mühendislik eğitiminin esas olarak 1800'lü yılların ilk çeyreğinden itibaren başladığı söylenebilir. Başlangıçta eğitim çok ağır olarak ilerlemiş, açılan okul ve yerleştirilen öğrenci sayısı bakımından sınırlı kalmıştır. 1940'lı yıllarla birlikte bir ivme söz konusu olmuş,1960'lı yıllardan itibaren yeni okulların açılması ve mevcutların geliştirilmesi ile birlikte bir atılım gerçekleştirilmiştir. Bu gelişim 1970'li yıllarda bir ara tamamen kontrolden çıkmış, daha sonra kamuoyunun da baskısı ile tekrar belirli bir düzene oturmaya başlamıştır. Osmanlı'da 1773 yılında III. Mustafa zamanında açılan Mühendislik Okulundan sonra, mühendislik artık mesleki bir ünvan olarak ortaya çıkmıştır. Türkiye'de mühendislik eğitimi,

İTÜ 'nün temelini oluşturan ve askeri mühendis yetiştirmeyi hedefleyen, 1773 yılında kurulan Mühendishane-i Bahr-i Hümayun (İmparatorluk Deniz Mühendislik Okulu) ile başlamıştır. 1795 yılında açılan Mühendishane-i Berr-i Hümayun (İmparatorluk Kara Mühendislik Okulu), Mühendishane-i Bahr-i Hümayun 'un genişletilmesi ile oluşmuştur [5].Ülkemizde halen çok iyi eğitim veren ve uluslararası kalitede mühendis yetiştiren köklü fakülteler de bulunmakla beraber çok kısıtlı bir alt yapı ile mühendislik eğitimi vermeye çalışan mühendislik bölümleri de vardır. Türkiye'de herhangi bir mühendislik bölümü sadece birkaç öğretim üyesi ile kurularak öğrenci alıp öğretime başlarken; diğer bir bölüm ise uluslararası ABET'e başvurarak akredite olabilmektedir. Türkiye'de mühendislik fakültelerinin eğitim süresi 4 yıl olup, mezunlar mühendis ünvanını almaktadır. Bazı ülkelerde okul ve ünvanlarda mühendis terimi kullanılsa bile, bunların eğitim programında farklılıklar vardır. Örneğin, Fransa'da 5 yıl süreli mühendislik okullarından mezun olanlara mühendis ünvanı verilirken, İngitere'de teknik alanlara ilişkin olarak Professional Engineer (Profesyonel Mühendis), Technical Engineer (Teknik Mühendis), Engineering Technician (Mühendislik Teknisyeni), Engineering Worker (Mühendislik İşçisi) ünvanları kullanılmaktadır.

4.1 Eğitimde Karşılaşılan Sorunlar

Öncelikle belirtmek gerekir ki eğitim-öğretim sorunu ülkemizde sadece Milli Eğitim Bakanlığının veya Yükseköğretim Kurumun üstesinden gelebileceği bir sorun değildir. Bu konuda tüm kurumların ve herkesin sorumluluğu vardır. Ülkemizdeki bütün eğitim programları sürekli olarak değişim içindedir. Yapılan değişikliklerin ne ölçüde başarı getirdiği yeterince anlaşılamadan kısa zamanda başkaca değişiklikler yapılmaktadır. Bu durumda yapılan düzenlemeler beklenen nitelikli sonuçları verememektedir. Ne yazık ki fakültelerimizde hem öğrenci, hem de bir kısım öğretim üyeleri tarafından temel bilim derslerine ve laboratuvarlarına gerektiği gibi önem verilmemektedir. Özellikle bilgi alt yapısı son derece zayıf bazı öğrenciler, mühendisliğin olmazsa olmazı temel bilim derslerini minimum geçer not alınarak kurtulunması gereken bir ders olarak görebilmektedirler. Orta öğretimden sadece test yöntemleri ile çözüm öğrenerek yetişen niteliksiz öğrenciler, temel bilimlerde başarı gösterememektedir. Örneğin temel fizik derslerini 5-6 kez hatta daha da çok, üstelik de farklı hocalardan aldığı halde başaramayan öğrencilere rastlanmaktadır. Öğretim üyelerinin ileriki yıllarda yığılma olmaması için başarı oranını yüksek tutma düşüncesi sonucunda gerekli temel bilgilere sahip olmayan öğrenciler de kağıt üzerinde başarılı gözükmektedir. Öğrenci, bol problem çözümü isteyerek ezberciliğe ve kalıpçılığa dayalı öğretim alışkanlığını sürdürmeye çalışmakta, bazı öğretim üyeleri de buna karşı tepki göstermemektedir. Öğrencilerin çoğu, çalışmayanı adeta ödüllendiren uygulamaları görerek, öyle ya da böyle mezun olurum düşüncesine kapılmakta ve eğer derse girerlerse derste verilenlerle, girmezlerse sadece ders notlarının fotokopisi ile yetinmektedirler. Ders kitaplarına yeterince çalışmayan ilgili dersin kitabını edinmek dahi duymayacak kadar sorumsuz, konulara ciddi biçimde kafa yormayan öğrenciler birazcık değiştirilmiş sınav sorularını dahi yapamamakta ve başarısız olmaktadırlar.

Bazı mühendis istihdam eden kuruluşlar kolay yolu seçerek, kendileri tarafından öğretilmesi gereken veya zaman içinde iş tecrübesi ile kazanılacak bilgilerin de üniversitede öğretilmesini beklemektedirler. Ayrıca bazı öğretim üyeleri sadece çok iyi bildikleri konuları anlatarak kolaycılığı seçmektedirler. Uygulamalı bir dal olan mühendislikte, meslek lisesi çıkışlı öğrenciler hariç diğerleri genellikle deneylerden çekinmekte, yeterince anlamadan geçiştirmeye çalışmaktadır. Öğrenciler kendilerini derste, sınavda veya bitirme projesinde yeterince ortaya koyamamaktadırlar. Kontenjan artırımı, başarısızlık nedeniyle dersi tekrar alma, aftan dönme vs. gibi nedenlerle derslikler aşırı kalabalık hale gelmektedir. Bunun

sonucu olarak derslerin izlenmesi, ödev ve sınavların yapılıp değerlendirilmesi güçleşmektedir. Aşırı kalabalık sınıflara ders anlatan, sınav soruları hazırlayıp değerlendiren, harcadığı emeğin karşılığını gerek öğrenci başarısı gerekse ekonomik olarak yeterince alamayan öğretim elemanı, alt yapı yetersizliği ve zaman darlığından ötürü araştırmaya yeterince zaman ayıramamaktadır. Bilginin hızla geliştiği alanlarda kendini yeterince yenilemeyen veya yenileyemeyen öğretim elemanı, öğrencisine yeni bilgileri aktaramadığı gibi, akademik yükselme için gerekli olan uluslararası yarışta da hayli zorlanmaktadır. Konusu ile ilgili ulusal ya da uluslararası kongrelere katılımı ekonomik nedenlerle problem olmakta, bildiri sunmaya giden öğretim elemanı ödenek kalmışsa zorunlu masraflarını dahi karşılayamayan bir yolluk almakta, katılım ücretini bile kendi cebinden ödemektedir. Ekonomik ve bürokratik nedenlerle öğretim ve araştırma için gereken malzeme alımı çok zor olmakta, bu nedenle deneysel araştırmalar yerine çoğunlukla bilgisayar ortamında gerçekleştirilebilen teorik çalışmalar tercih edilmektedir. Mühendislik fakültesi mezunlarının tasarım, araştırma ve geliştirme alanlarında çalışacak şekilde yetiştirilmelerinden dolayı, mühendisliğin genel kavramlarına sahip olmaları beklenir. Bunlar iş hayatına atıldıklarında, işyeri tarafından da belirli konularda eğitime tabi tutulurlar. Özellikle elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki hızlı değişmelere paralel olarak işyerinde oluşan acil gereksinimler bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Endüstride yeni geliştirilmiş bir sisteme ilişkin gerekli eğitimi almamış olan mühendis, önceden aldığı eğitim hakkında bazı şüphelere düşebilmektedir. Bu nedenle işyeri eğitimin günün gelişen teknolojisine kolayca uyum sağlayacak şekilde verilmesi gerekmektedir.

Diğer önemli bir problem de bazı üniversitelerimizde öğretim elemanlarının sayıca yetersizliğidir. Bunun en önemli nedeni üniversitelerin özellikle parasal açıdan cazibesinin bulunmamasıdır. Bu durum nitelikli genç araştırmacıların üniversiteyi tercih etmesi için de önemli bir engeldir. Yüksek derece ile mezun olan iyi öğrenciler ya yurt dışında ya da dolgun ücretle özel şirketlerde çalışmaktadırlar. Bu konuda çarpıcı bir örnek Boğaziçi Üniversitesi'dir. Bu üniversite 1998 yılında ABET 'e başvurarak mühendislik fakültesinin değerlendirilmesini istemiştir. ABET 'in raporunda Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin tüm bölümlerinin, aynı dallarda eğitim veren ve akredite olmuş Amerikan üniversiteleri ile eşdeğer bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca yeni teçhizatın yerleştirilmesi için mekan sıkıntısının bulunduğu, hem idari hem de akademik personelin maaşlarının özel üniversitelerden düşük olması nedeniyle de üniversitenin gelecek yıllarda bu kaliteyi korumada zorlanacağı belirtilmiştir [6].

4.2 Bazı Çözüm Önerileri

Mühendislik eğitimi ile ilgili hedefler öncelikle akılcı bir biçimde belirlenmelidir. Gelişmiş ülkeler düzeyine, teknolojiyi satın almakla değil ancak ve ancak üretmekle gelinebileceği dikkate alınarak önceki bölümde belirtilen olumsuzlukları azaltıcı önlemler alınmalıdır. Milyonlarca gencin üniversite kapılarında beklediği ülkemizde yeni üniversiteler, fakülteler veya bölümler açmak yerine, önce mevcutların kalitesini her bakımdan yükseltecek girişimlerde bulunulmalı; daha sonra ihtiyaç duyulması halinde, ön çalışma sonucunda gerçek anlamda alt yapısı sağlanabilen yeni birimler açılmalıdır. Temel bilim dersleri tekdüzelikten uzak ve özellikle mühendislik uygulamalarına odaklı verilmeli ve bunlar bir baraj niteliğinde olmalıdır. Öğrencileri gevşekliği ve tembelliğe iten bütünleme sınavları mutlaka kaldırılmalıdır. Üniversitelerimizdeki öğretim elemanı sayısını koruyabilmek ve artırabilmek için, nitelikli mezunların akademik yaşamı tercih etmeleri sağlanmalıdır. Bunun için, özel sektörde ya da yurtdışında kolaylıkla iş imkanı olan bölümlere diğer bölümlerden farklı, cazip ekonomik önlemler getirilmelidir. Taşra üniversitelerine ön yargı ile değil, somut ölçütlerle

yaklaşılmalı ve potansiyelleri değerlendirilmelidir. Öğrencileri sanayide üstlenecekleri görevlere hazırlamak bakımından sadece teorik eğitim yeterli görülmemeli, pratik eğitime de bir o kadar önem verilmelidir. Bazı öğrencilerin şeklen bir çalışma olarak gördüğü stajlar daha ciddi tutularak, amacına ulaşması sağlanmalıdır. Staj çalışmaları mutlaka yerinde denetlenmelidir. Mühendislik öğreniminin her aşamasında öğrenciye sahip olduğu temel bilimler ve mesleki alan derslerinden ileride nasıl yararlanacağı örnekler verilerek anlatılmalıdır. Aksi takdirde öğrenci, meslek hayatında karşılaşacağı yeni konuları daima kendisine açıklayacak insanlara ihtiyaç duyacaktır. Sanayinin ve toplumun ihtiyaçları yönünde, tasarımcı mühendisler yanında teknoloji (uygulama) mühendisi yetiştirmek için de ayrıca programlar oluşturulmalıdır. Bu, ya aynı fakültede iki ayrı program uygulayarak gerçekleştirilebilir ya da bazı fakülteler sadece tasarımcı mühendis yetiştirirken, diğerleri de sadece teknoloji mühendisi yetiştirebilir. Üniversite-sanayi işbirliği geliştirilmeli, sanayi kuruluşlarının üniversiteye araştırma ve tasarım projeleri getirmeleri teşvik edilmelidir. 2019 yılı itibariyle ülkemizde yükseköğretim toplam 206 kurumda gerçekleştirilmektedir. Bunların 129'u devlet üniversitesi, 72'si, vakıf üniversitesi ve 5'i de vakıf meslek yüksekokuludur.[7] Mühendislik eğitiminde izlenecek politikaların belirlenmesi için toplumun çeşitli kesimlerinin temsil edildiği konseyler oluşturulmalı ve alınan kararlara göre eğitim politikaları gerçekleştirilmelidir. Bu hususta özellikle çeşitli sektörlerde görev almış geniş iş tecrübesine sahip mühendislerin görüşleri şüphesiz ki büyük önem taşır. Mühendislik fakültelerinin eğitim programları, mezun olacak öğrenciden beklenen görevleri kapsayacak biçimde yapılmış olmalıdır. Eğitim programlarındaki amaçlar ve hedefler, eğitimde bulunması gereken özellikleri de kapsayacaktır. Dünyanın pek çok yerinde, mühendislik eğitiminde dört yıllık sürenin yetersiz olduğu, eğitimin en az bir yıl daha uzatılması fikri ortaya atılmaktadır. Mühendislik programlarının belirtilen amaçlara uygun nitelikte olup olmadığının belirlenmesinde üniversite dışı bağımsız bir değerlendirme kurumundan yararlanılması, başta A.B.D. olmak üzere çeşitli ülkelerde benimsenmiş bir yoldur. Gelecekte Türkiye 'deki bütün mühendislik programlarının ABET değerlendirmesine alınması planlanmalıdır. Böylece bir taraftan fakültenin eğitim programında yapılan veya yapılması öngörülen yeniliklerin gerçekleştirilmesine destek sağlanmış olur. Diğer taraftan da A.B.D. ve Avrupa 'da hızla yaygınlaşmakta olan küresel akreditasyon etkinliklerine uyum sağlanması hedeflenmiş olur. Akreditasyon etkinliklerinin diğer yararları ise ulusal akreditasyon sisteminin kurulmasında ve işlevini yürütmesinde çok önemli olan birikimin edinilmesi ve mezunların böyle bir üniversiteyi bitirmiş olarak uluslararası arenada ayrıcalıklı bir konuma kavuşmalarıdır. Gerek kamu gerekse özel sektör, AR-GE birimleri kurmalı ve çalıştırdıkları mühendislerin meslek içi eğitimleri amacıyla harcayacakları paranın uzun vadede de olsa çok karlı bir yatırım olacağının bilincinde olmalıdırlar. Zira çalıştırdığı mühendisin eğitimi için belirli bir miktar harcama yapmaktan kaçınan firma, aynı mühendisin bilgi noksanlığı yüzünden çok daha büyük zarara uğrayabilecektir. Bu nedenle meslek içi eğitim yaygınlaştırılmalı, geliştirilmeli ve mühendislik eğitimini tamamlayacak ve onun sürekliliğini sağlayacak hale getirilmelidir. Bu kapsamda TMMOB, üniversitelerle yakın işbirliği içerisinde olmalıdır. Yaşadığımız dünyada bilgisayarların, her alanda olduğu gibi mühendislik alanlarında da vazgeçilemez olduğu bir gerçektir. Bu nedenle bilgisayar destekli tasarıma ayrı bir önem verilmelidir. Öğretim elemanlarının derslerini internet üzerinden de verebilmek amacıyla web siteleri hazırlamaları, konuları resim grafik ve çeşitli animasyonları içerecek tarzda sunmaları ve derslerin veriliş biçimi ilgili olarak öğrencilerden çeşitli soru, görüş ve öneriler almak üzere bu web sitelerinden yararlanmaları hem öğrencilerle iletişimi artıracak hem de eğitimin daha verimli olmasını sağlayacaktır. Mühendislik eğitiminde seçmeli alan derslerinin çeşitliliğinin artırılması da öğrencilerin uzmanlaşmada istekli oldukları özel alanlara yönelebilmelerini kolaylaştıracaktır.

5.Sonuç

Üzerinde durulması gereken en önemli husus, ülkemizdeki fakülteleri yakın işbirliği halinde belirli amaçlara doğru yönlendirebilmektir. Öncelikle bu bilincin geliştirilmesi gerekir. Ayrıca imalatçı kamu ve özel sektörün mühendislik eğitimi alanına aktif bir şekilde girmesi, sürekli iletişim içinde bulunması, ortak araştırma ve üretim planlamaları yapması ve üniversitelere araç, gereç ve personel yönünden destek olması gerekir. Elektronikte, tasarımda ve teknolojide meydana gelen baş döndürücü gelişmeler, endüstride yaşanılan sorunlar, küreselleşmenin ve dünya üzerinde artan rekabetin oluşturduğu nedenler hızlı bir değişim sürecine yol açmıştır. Değişime, yeniliklere ayak uydurmak ve daha da iyisi değişimlere önderlik etmek, ancak ve ancak eğitimi sürekli hale getirmekle mümkündür. Bu durum günümüzde bir problem veya tercih olmaktan çok, belirli alanlarda uzmanlaşmış kurumlarla sağlanabilecek doğal bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bilgisayarı ve interneti amaç olarak değil, yaşamlarını kolaylaştıracak bir araç olarak gören, laboratuvarlarda yapılamayan deneyleri bile bilgisayar ortamında gerçekleştirebilen, her konuda bilgi edinmek amacıyla internetten yararlanabilen ve özgün çalışmalar ortaya koyabilen, ufku geniş, teknolojiye açık ve bilgi toplumunu oluşturacak nesiller yetiştirilmesi temel amacımız olmalıdır. Bu hususta bütün eğitimcilerin sorumluluğu vardır.

Kaynaklar

[1]. Gençoğlu, M.T.,ve Cebeci,M.,"Türkiye'de Mühendislik Eğitimi ve Öneriler." *Mühendislik-Mimarlık Eğitimi Sempozyumu* (1999): s.73-80.

[2]. Türkmen, İ., and Geçkil,T., "İnşaat Mühendisliği Eğitimi ve Akreditasyon Süreci." *İnşaat Mühendisliği Eğitimi 2. Sempozyumu* Muğla Üniversitesi (2011):s.181-190

[3]. http://main.abet.org/ aps/Accereditedprogramsearch.aspx

[4]. http://www.mudek.org.tr/tr/hak/kisaca.shtm

[5]. Gençoğlu, M.T, ve Gençoğlu E., "Mühendislik Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar." *Kaynak Elektrik* 195 (2005) s.89-93.

[6]. Mekik Ç., "Mühendislik Eğitiminin Mevcut ve Olması Gereken Durumu" Harita ve Kadastro Sektöründe Eğitimden Beklentiler Paneli, 22 Kasım 2000, Zonguldak s.123-129

[7]. YÖK (2019), https://istatistik.yok.gov.tr

Mortalite Gelişen Perinatal asfiksi Olguların Retrospektif İncelenmesi.

Halil DOLAP[1], Halil ASLAN[2], Hüseyin GÜMÜŞ[3]

[1]Dr. Araş. görv. Harran Üniveristesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Yenidoğan Yoğun Bakım Kliniği.

[2]Dr. Araş. görv. Harran Üniveristesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Yenidoğan Yoğun Bakım Kliniği.

[3]Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniveristesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Yenidoğan Yoğun Bakım Kliniği.

Amaç

Bu çalışmada PA tanısı almış ve mortalite gelişen olguların pH, Baz Defisiti (BD) ve Amplitüd Elektroensefalografi (aEEG) bulgularını araştırmayı amaçladık.

Materyel ve Metod

Bu prospektif çalışmaya, yenidoğan yoğun bakım (YDYB) kliniğinde ve perinatal asfiksi tanısı ile takip edilen 7 olgu alındı. Kan gazı parametreleri, ilk 30 dakikada, soğuk zincir koşullarında, kan gazı analiz cihazı (Abbott Point of Care Inc., Princeton, NJ, ABD) kullanılarak belirlendi. Amplitüd Elektroensefalografi değerlendirilmesi olgulara 80 saat süreyle Olympic CFM Brainz Monitor model cihazı ile yapıldı. Olguların 24, 48, 72. Saatlerdeki aEEG bulguları kaydedildi. Veriler SPSS programında analiz edildi.

Bulgular

Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde PA tanısı ile takip ve tedavi edilen 89 olgu tarandı. PA tanısı ile takip ve tedavi esnasında mortalite gelişen 7 olgu çalışmaya alındı. Olguların doğum haftası 36-42(38), Doğum ağırlıkları 2300-3600(2900) gr, cinsiyet 4 kız/ 3 erkek idi. Olguların pH 6,30-6,98(6,84), BD 18-40(23) mmol/L idi. Olguların 24. Satteki aEEG takiplerinde pattern sınıflamasına göre 6 tanesinin Low Voltage 1 tanesinin ise Burst suppression olduğu tespit edildi. 24-48. Saatlerde 2 olguda mortalite gelişti ve olguların Low Voltage aEEG bulgularının olduğu ve tanı anındaki BD ise 40 ve 21 mmol/L olduğu tespit edildi. Olgulardan 1 ininde 48-72 saatler arasında mortalite gelişti ve aEEG bulgularının tanı anından itibaren Low Voltage olduğu ve BE sinin 33 mmol/L olduğu tespit edildi. 72. Satten sonra mortalite gelişen olguların ise 1 olguda Low Voltage, 2 olguda Burst suppression, ve 1 olguda ise ilk 48 saat boyunda Low Voltage ve Burst suppression olduğu devamında da Discontiniu normal voltage olduğu tespit edildi.

Sonuç

Çalışmamızda mortalite gelişen olguların ağır anormal aEEG bulgularının olduğu tespit edildi. 24-48 saat devam eden Low Voltage veya Burst suppression mortalite gelişimiyle ilgili ve bu sonuçların literatürle uyumlu olduğu tespit edildi.

Giriş

Perinatal asfiksi (PA), term ve preterm bebeklerde ilerleyen zamanlarda görülen nörolojik morbiditenin en önemli nedeni ve mortalite oranını %35'e kadar yükseltebilen ciddi bir durumdur(1).

Perinatal asfiksi, düşük plasental gaz değişimi veya doğum sonrası olaylar nedeniyle bozulmuş pulmoner ventilasyondan kaynaklanan, arteriyel hipoksemi, hiperkarbi ve metabolik asidoz nedeniyle oluşur. Fetal kordtan bakılan kan gazında, pH değerinin < 7.00 mmol/L olması belirgin fetal asidemiyi, BA'nın 12-16 mmol/L arasında olması bebeğin hipoksik doğduğunu, >16 mmol/L olması ise bebeğin ciddi hipokside kaldığını düşündürmektedir. Bebekler hafif asfiksi ile orantılı olarak iyi prognoz ve şiddetli asfiksi ile yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkili bulunmuştur. Etkilenmiş olan orta ve ağır

ensefalopatili bebeklerin yaklaşık 1/3 yenidoğan döneminde yaşamlarını yitirmektedir . Bu nedenle asfiktik bebeklerde prognozun öngörülmesinde nörogörüntüleme ve nörofizyolojik incelemeler büyük önem taşır(1-3).

Amplitütintegrated elektroensefalogramda (aEEG) hafif bozukluk ve normal olan traseler daha iyi uzun dönem sonuçlarla ilişkili iken ciddi bozukluğu olan traselere sahip hastaların uzun dönem sonuçları daha kötü olarak rapor edilmiştir(4) Perinatal asfiksi olgularında 24 satten uzun aEEG de Patern sınıflamasına göre CNV, DNV sergileyen bebekler büyük olasılıkla sekelsiz hayatta kalma; BS, CLV veya FT izlemelerinin mortalite veya morbidite riski olduğu tespit edilmiştir(5-8). Bebeklerdeki asfiksinin şiddeti arttıkça prognoz kötüleşmekte ve morbidite-mortalite oranı da yükselmektedir. (9)

Bu çalışmada PA tanısı almış ve mortalite gelişen olguların pH, Baz Defisiti (BD) ve Amplitüd Elektroensefalografi değerlendirilmesi (aEEG) bulgularını araştırmayı amaçladık.

Materyel ve Metod

Çalışmaya Haziran 2017-Haziran 2019 tarihleri arasında III. seviye yenidoğan yoğun bakım ünitesinde PA tanısı almış ve PA tanısı ile hipotermi tedavisi almış ve mortalite gelişen 7 olgu çalışmaya alındı.

Kan Örneklerinin Alınması ve Analizleri:

Tüm olguların umbilikal arterinden heparinle yıkanmış enjektöre anaerobik ortamda kan gazı çalışması için 2 cc fetal kan örneği toplanmıştır. Örnek alımlarından sonra iğne uçları bükülerek, plastik kapak ile iğne uçları kapatılıp fetal kanların oksijen ile teması engellendi. Kan gazı parametreleri soğuk zincir şartlarında ilk 30 dakika içerisinde tayin edildi.

Amplitüd Elektroensefalografi Değerlendirilmesi Olgulara 80 saat süreyle Olympic CFM Brainz Monitor model amplitüd EEG cihazı ile aEEG çekimi yapıldı. EEG montajlamada elektrot olarak 12 mmx29 gauge iğne elektrotlar (C3, C4, P3, P4 ve COM) kullanıldı. Beş adet elektrottan mor ve siyah renkli C3 ve P3 elektrotları saçlı derinin sol paryetal, mor ve siyah renkli olan C4, P4 elektrotları sağ paryetal, beyaz renkli referans elektrot da (COM) frontal bölgede orta hatta yerleştirildi. Amplitüd EEG kayıtları Burdjalov skorlama sistemine göre değerlendirildi. Burjdalov skorlaması sisteminde süreklilik, uyku uyanıklık siklusu, alt sınırın amplitüdü ve bant genişliği değerlendirilerek skorlama modeli yapılmıştır (10).

Sürekli normal voltaj: Alt amplitüdün yaklaşık 7-10 µV ve üst, amplitüdün 10-25 µV olduğu sürekli aktivite.

Sürekli olmayan normal voltaj: Alt amplitüdün her zaman 5 µV altında ve üst amplitüdün 10 µV üzerinde olduğu sürekli olmayan zemin aktivite.

Burst supresyon: Değişken olmayan alt amplitüdün 0-1 (2) µV ve >25 µV amplitüdlü burstlerin olduğu sürekli olmayan zemin.

Sürekli aşırı düşük voltaj: Sürekli çok düşük voltajın olduğu zemin paterni (5 µV civarında veya altında)

Aktivitenin olmadığı, düz çizgi: 5 µV altında inaktif zemin (izoelektrik çizgi) olarak değerlendirildi.

İstatistiksel analizler SPSS 24.0 versiyon (SPSS Inc, Chicago, IL) paket programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sayı, yüzde, ortalama ve standart sapma olarak özetlendi.

Bulgular

Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde PA tanısı ile takip ve tedavi edilen 89 olgu tarandı. PA tanısı ile takip ve tedavi esnasında mortalite gelişen 7 olgu çalışmaya alındı. Olguların

doğum haftası 36-42(38), Doğum ağırlıkları 2300-3600(2900) gr, olguların pH 6,30-6,98(6,84), BA 18-40(23) mmol/L idi. cinsiyet 4 kız/ 3 erkek idi(Tablo 1)

	Gebelik haftası	Doğum ağırlığı(gr)	BA (mmol/L)	PH
Median	38,0000	2900,0000	21,0000	6,8400
Minimum	36,00	2300,00	-18,00	6,30
Maximum	42,00	3600,00	40,00	6,98
N	7	7	7	7

Tablo 1: Olguların tanın anındaki doğum haftası, doğum ağırlıkları, pH ve baz açığı değerleri.

Olguların 24. Satteki aEEG takiplerinde pattern sınıflamasına göre 6 tanesinin Low Voltage 1 tanesinin ise Burst suppression olduğu tespit edildi. 24-48. Saatlerde 2 olguda mortalite gelişti ve olguların Low Voltage aEEG bulgularının olduğu ve tanı anındaki BD ise 40 ve 21 mmol/L olduğu tespit edildi. Olgulardan 1 ininde 48-72 saatler arasında mortalite gelişti ve aEEG bulgularının tanı anından itibaren Low Voltage olduğu ve BE sinin 33 mmol/L olduğu tespit edildi. 72. Satten sonra mortalite gelişen olguların ise 1 olguda Low Voltage, 2 olguda Burst suppression, ve 1 olguda ise ilk 48 saat boyunda Low Voltage ve Burst suppression olduğu devamında da Discontiniu normal voltage olduğu tespit edildi. Olguların üç tanesinde ilk 72 satten ortalite gelişirken 4 tanesinde 72-168. Saatlerde mortalite gelişti (Tablo 2).

	24. Satteki aEEG	24-48 .Satteki aEEG	48-72 Satteki aEEG
BS	1	3	2
LV	6	2	1
DNV	0	0	1
CNV	0	0	0
Mortalite	0	2	1
Total	7	7	7

BS: Burst suppression, LV: Low Voltage, DNV: Discontiniu normal voltage, CNV: Sürekli normal voltaj

Tablo 2: Olguların 0-72. Saatlerdeki aEEG bulguları ve mortalite sayıları

Tartışma

Perinatal asfiksi tanılı olgularda aEEG nin kayıt ve analiz basitliği ile birlikte çok yüksek bir erken prediktif değere sahip olduğunun bulunması, bu yöntemin yaygın bir şekilde kullanılmasına neden olmuştur(11). Randomize kontrollü çalışmalarda aEEG tedavi boyunca beyin fonksiyonu izlenmesi için bir araç ve tedaviye başlamadan dahil edilme kriteri olarak kullanılmıştır(11,12). 24 saat veya daha uzun süreli persistan bir anormal aEEG'nin olumsuz bir nörogelişimsel sonuç ile ilişkili olduğu tespit edilmiş ve olguların 1 yılın sonunda kötü nörolojik sonuç gösterdiğini belirtmişlerdir. Perinatal asfiksi olgularında aEEG de Patern sınıflamasına göre CNV, DNV sergileyen bebekler büyük olasılıkla sekelsiz hayatta kalma; BS, CLV veya FT izlemelerinin mortalite veya morbidite riski olduğu tespit edilmiştir(13,14). Çalışmamızda PA tanısıyla hipotermi tedavisi uygulanan olguların tümü ilk 24 saat boyunda Low Voltage ve Burst suppression olduğu ve mortalite gelişen olguların 1 inde 48-72 satte DCN olduğu tespit edildi.

BA'nın 12-16 mmol/L arasında olması bebeğin hipoksik doğduğunu, >16 mmol/L olması ise bebeğin ciddi hipokside kaldığını düşündürmektedir. Bebekler hafif asfiksi ile orantılı olarak iyi prognoz ve şiddetli asfiksi ile yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkili bulunmuştur(1-3).

Kliegman Robert M yaptığı çalışmada yüksek BA'nın mortalite ile ilişkili olduğu tespit edilmiş. Çalışmamızda da mortalite gelişen olguların BA yüksek olduğu tespit edildi.

Çalışmamızda mortalite gelişen olguların hepsinin ağır anormal aEEG bulgularının ve yüksek BA açığının olduğu tespit edildi. Perinatal asfiksi tanılı olgularda 24-48 saat devam eden Low Voltage veya Burst suppression mortalite gelişimiyle ilişkili olduğu ve bu sonuçların literatürle uyumlu olduğu tespit edildi.

1. Eken P, Toet MC, Groenendaal F, Devries LS. Predictive value of early neuroimaging, pulsed doppler and neurophysiology in full-term infants with hypoxic-ischemic encephalopathy. Arch Dis Child 1995; 73: F75–80.

2. Miller SP, Ramaswamy V, Michelson D, Barkovich AJ, Holshouser B, Wycliffe N, et al. Patterns of brain injury in term neonatal encephalopathy. J Pediatr 2005; 146: 453–60.

3. Papile LA, Baley JE, Benitz W , Cummings J , Carlo WA , Eichenwald E , Kumar P , Polin RA , Tan RC , Wang KS Hypothermia and neonatal encephalopathy. Committee on Fetus and Newborn, Pediatrics 2014;133:1146

4. Chandrasekaran M, Chaban B, Montaldo P, Thayyil S. Predictive value of amplitude-integrated EEG (aEEG) after rescue hypothermic neuroprotection for hypoxic ischemic encephalopathy: a meta-analysis. J Perinatol. 2017 Jun;37(6):684-689.

5. Giampietri M, Biver P , Ghirri Paolo , Bartalena Laura , Scaramuzzo R.T, Guzzetta A at al. Recovery of aEEG Patterns at 24 Hours of Hypothermia Predicts Good

Neurodevelopmental Outcome. *J Neonatal Biol*, 2016, 5.230: 2167-0897.1000230.

6. Levene MI, Fenton AC, Evans DH, Archer LN, Shortland DB, Gibson NA. Severe birth asphyxia and abnormal cerebral blood-flow velocity. Dev Med Child Neurol. 1989;31(4):427-34. 15.

7. Eken P, Toet MC, Groenendaal F, de Vries LS. Predictive value of early neuroimaging pulsed Doppler and neurophysiology in full term infants with hypoxic-ischemic encephalopathy. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 1995;73(2):F75-80.

8. Toet MC, Hellström-Westas L, Groenendaal F, Eken P, de Vries LS. Amplitude integrated EEG 3 and 6 hours after birth in full term neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 1999;81(1):F19-23.

9. Aluvaala J, Collins GS, Maina M, Berkley JA, English M. A systematic review of neonatal treatment intensity scores and their potential application in low-resource setting hospitals for predicting mortality, morbidity and estimating resource use. *Systematic reviews*, 2017, 6.1: 248.

10. Hellstrom-Westas L, Bell AH, Skov L, Greisen G, Svenningsen NW. Cerebroelectrical depression following surfactant treatment in preterm neonates. Pediatrics 1992; 89: 643–7.

11. Spitzmiller RE, Phillips T, Meinzen-Derr J, Hoath SB. Amplitude-integrated EEG is useful in predicting neurodevelopmental outcome in full-term infants with hypoxic-ischemic encephalopathy: a meta-analysis. J Child Neurol 2007; 22: 1069–78.

12. Skov L, Hellstrom-Westas L, Jacobsen T, Greisen G, Svenningsen NW. Acute changes in cerebral oxygenation and cerebral blood volume in preterm infants during surfactant treatment. Neuropediatrics 1992; 23: 126–30.

13. Evans E, Koh S, Lerner J, Sankar R, Garg M. Accuracy of amplitude-integrated EEG in a neonatal cohort. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2010; 95: 169-73.

14. Rosen I. The physiological basis for continuous electroencephalogram monitoring in the neonate. Clin Perinatol 2006; 33: 593-611.

15. Kliegman, Robert M. Hypoxic ischemic encephalopathy. Nelson Textbook Of Pediatrics (20th ed) Vol 1 IN: Nervous System Disorders. philadelphia: Elsevier, 2016;99.5:834-42.

USE OF FLY ASH AS AN ADDITIVE IN CEMENT STABILIZATION OF HARRAN CLAYEY SOIL

HARRAN KİLİNİN ÇİMENTO İLE STABİLİZASYONUNDA UÇUCU KÜL KULLANIMI

H. Murat ALGIN
Prof. Dr., Harran University

Mehmet Halil DORU
Res. Asst., Hakkari University

Abstract

As using Fly ash (FA) as an additive in cement stabilization of soft soil layers makes it possible to improve soil strength, it makes this application become more economical by using FA as a replacement material by Portland Cement (PC). In this study PC and FA classed as F according to ASTM standarts had been used. This study presents the influence of stabilization in this way on the mechanical and geotechnical properties of clayey soil of Harran region. For this purpose, three different mixtures were prepared. For all mixtures, the amount of soil, dosage of binder material and water/binder material (W/B) ratio were held constant and FA was used at different ratios as a replacement material by cement. For all mixtures, the amount of cement was taken as 500 dosage and the ratio of W/B was adopted as 1.00. Mixtures contain 10%, 30% and 50% FA. The properties of mixtures were investigated for the ages of 28 days. The study concluded that mixtures with %10 FA have a more positive effect on the performance. Increase in the FA content decreases the positive effect on compressive strength, splitting tensile strength, unconfined compressive strength and sorptivity at the age of 28 days.

Keywords: Soil stabilization, Cement stabilized soil, Fly ash, Harran clay, Expansive soils, Strength

Özet

Uçucu kül (UK) katkılı çimento stabilizasyon uygulamaları ile zayıf zemin tabakaları iyileştirilirken, çimentonun kısmen UK ile yer değiştirmesi bu işlemi daha ekonomik hale getirmektedir. Bu araştırmada Portlant Çimentosu (PÇ) ve ASTM sınıflandırma standardına göre F sınıfı UK kullanılmıştır. Harran Bölgesi killi zemininin bu yolla iyileştirilmesinin, zeminin mekanik ve geoteknik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, üç farklı karışım belirlenmiş olup, karışımlarda zemin miktarı, bağlayıcı malzeme dozajı ve su/bağlayıcı malzeme (S/B) oranı sabit tutularak değişen yüzdelerde çimento yerine UK kullanılmıştır. Karışımlarda bağlayıcı malzeme miktarı 500 doz, S/B oranı 1.00 olarak alınmıştır. Karışımlar sırasıyla %10, %30 ve %50 oranlarında çimento yerine UK içerecek şekilde düzenlenmiştir. Üretilen

numunelerin mekanik ve Geoteknik özellikleri 28 günlük kür süresi için incelenmiştir. Numunelerin UK içerikleri gözönünde bulundurulduğunda, % 10 UK içeren numunelerin daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. UK kullanım miktarının artması ile 28 günlük kür süresi için basınç dayanımı, yarmada çekme dayanımı, serbest basınç dayanımı ve kılcal su geçirimliliği üzerinde olumlu etkinin azaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Zemin stabilizasyonu, Çimento stabilize zemin, Uçucu kül, Harran Kili, Şişen Zeminler, Dayanım

1. Introduction

Soil stabilization (improvement) is an important subject of geotechnical engineering not only for superstructures but also for infra-structure projects. At field in natural conditions, soil is often unstable and weak in bearing loads securely due to constructions. Particularly, the risk level for expansive soils (that expand when water is added and shrink when they dry out) will be at a higher range obviously. The most riskful soil for damage due to expansion beneath the buildings is mostly the region that closed to the ground surface level because the expansion and shrinkage mechanism is cycling in this top layer. This cycle of change in soil volume can cause constructions built on these soils to move unevenly and crack. Hence, the negative effects of expansive soils for the buildings come out slowly by time, they may result in a large economic loss. Each year in the United States, expansive soils cause $2.3 billion in damage to houses, other buildings, roads, pipelines, and other structures (Kerrane, 2004). This is more than twice the damage from floods, hurricanes, tornadoes, and earthquakes combined (Kerrane, 2004).

In the literature, there are many studies on stabilization of soils by using various additives together with cement (Çetiner, 2004; Öksüz, 2006; Özsoy et al., 2007). In the earlier studies, the effects of various components on soil parameters such as high water content, gypsum and lime powder as additive in cement stabilization were investigated (Sasanian, 2011). Investigations have been made on what kind of microstructural changes (gap diameter distribution etc.) of the improvements made on the soil structure (Fig.1).

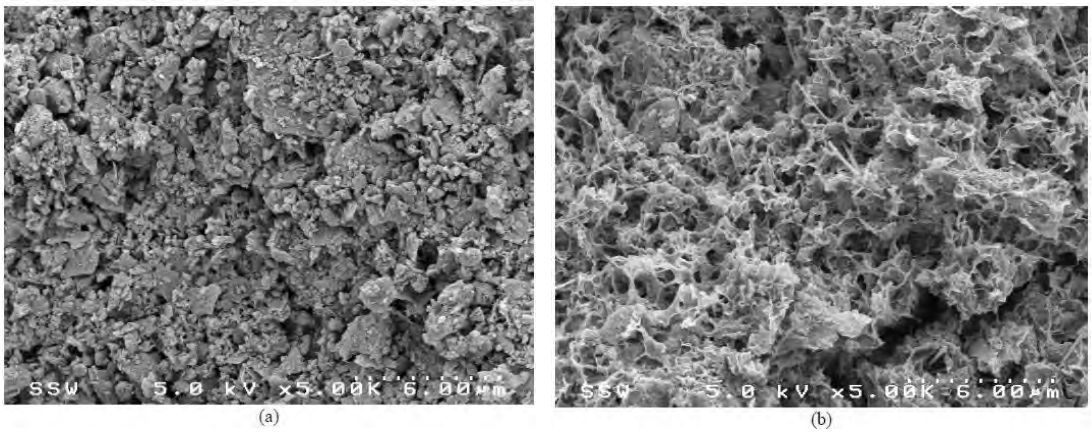


Fig.1. Micrograph of two samples of similar water content of Ottawa clay; (a) natural soil sample, cu < 2 kPa, (b) cement (6.4%) treated soil sample, cu,28 = 160 kPa (Sasanian, 2011).

Electron microscopy allows the visualization of binding gels due to the structure of soil particles and cement stabilization between particles (Fig.2).

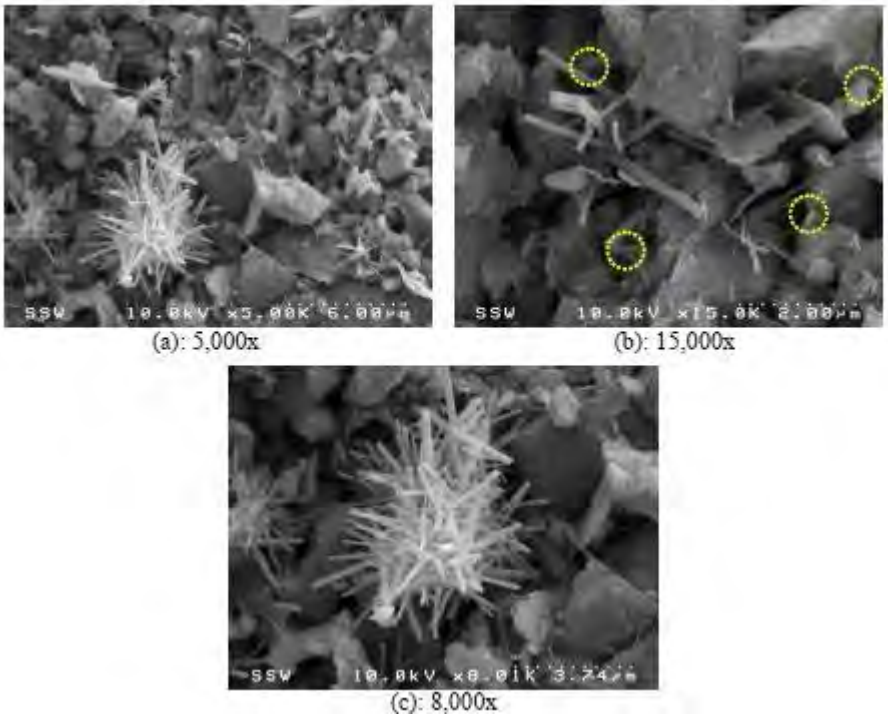


Fig.2. Micrographic view of Nanticoke clay stabilized with 8.7% PC, w=98% (the places marked with yellow circle indicate bonds between the particles.) (Sasanian, 2011).

The change of permeability coefficients of the disturbed, undisturbed and stabilized soil samples due to the change in cement and water content was investigated (Sasanian, 2011) (Fig.3).

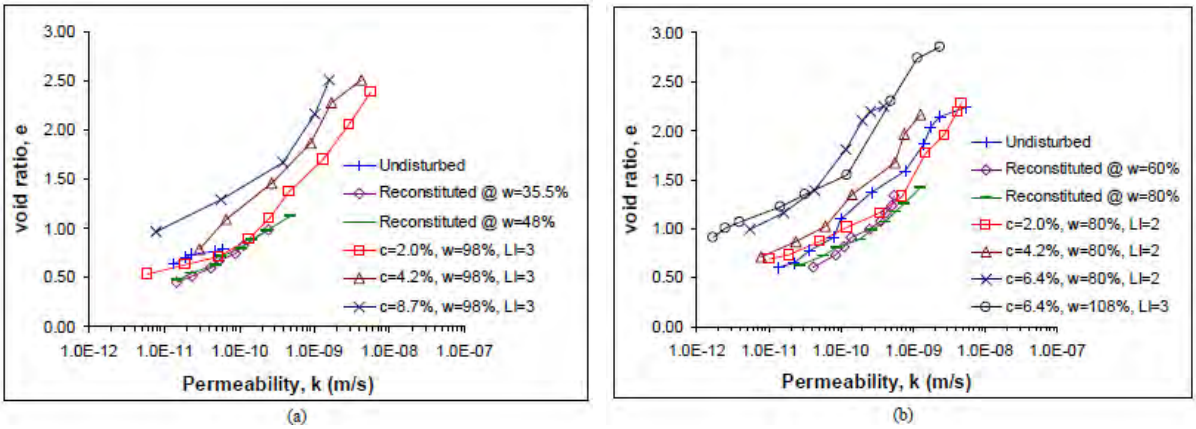


Fig.3. Permeability coefficients of the disturbed, undisturbed and stabilized soil samples; (a) Nanticoke clay, (b) Ottawa clay (Sasanian, 2011).

The 28-day UCS of three different clay soils were investigated for varying water content and cement ratios (Fig.4).

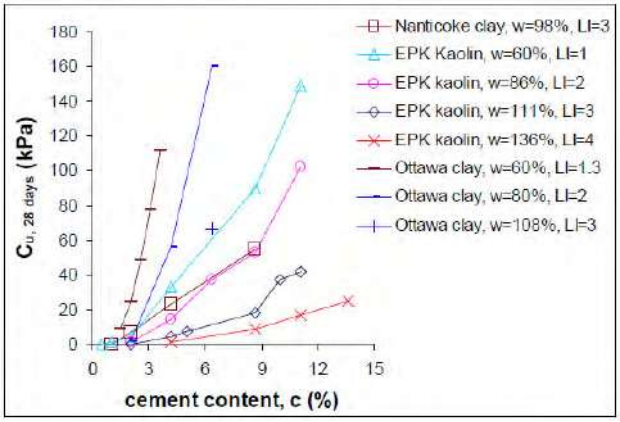


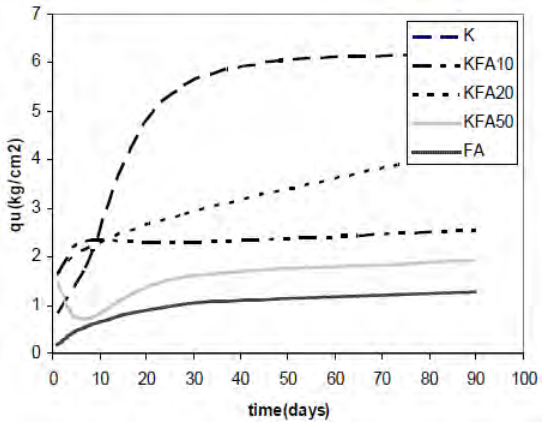
Fig.4. 28-day UCS values for varying water content and cement ratio values of Nanticoke, Ottawa and EPK Kaolin clays (Sasanian, 2011).

It was observed that the stabilization of clayey soils with Class C fly ash had a positive effect on unconfined compressive strenght (Özsoy et al., 2007). In the experimental study, 0%, 10%, 20%, 50% and 100% Class C fly ash was mixed into clayey soils with optimum water content (Özsoy et al., 2007) (Fig.5).

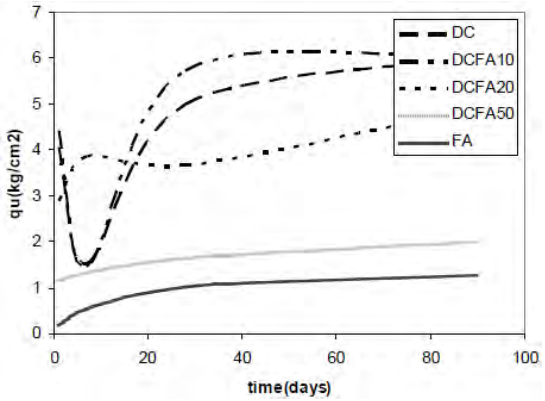
Mixture	Fly ash (FA) (%)	Kaolin (K) (%)	D Clay DC (%)	Dry Unit Weight $\gamma_{d\ max}$ (kN/m^3)	Optimum Water Content ω_{opt} (%)
K	0	100	-	15,9	20
KFA10	10	90	-	15,2	22
KFA20	20	80	-	14,5	24
KFA50	50	50	-	12,2	29
FA	100	0	-	8,5	38
DC	0	-	100	18,3	16
DCFA10	10	-	90	17,3	19
DCFA20	20	-	80	16,2	21
DCFA50	50	-	50	13,4	27
FA	100	-	0	8,5	38

Fig.5. Mixtures (Özsoy et al., 2007).

The UCS values of these mixtures were investigated at the end of the curing period of 1, 7, 28 and 90 days (Fig.6).



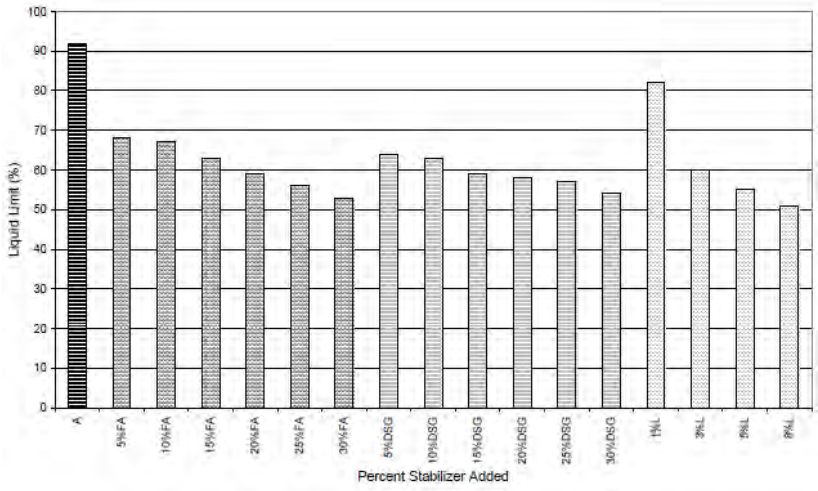
(a)



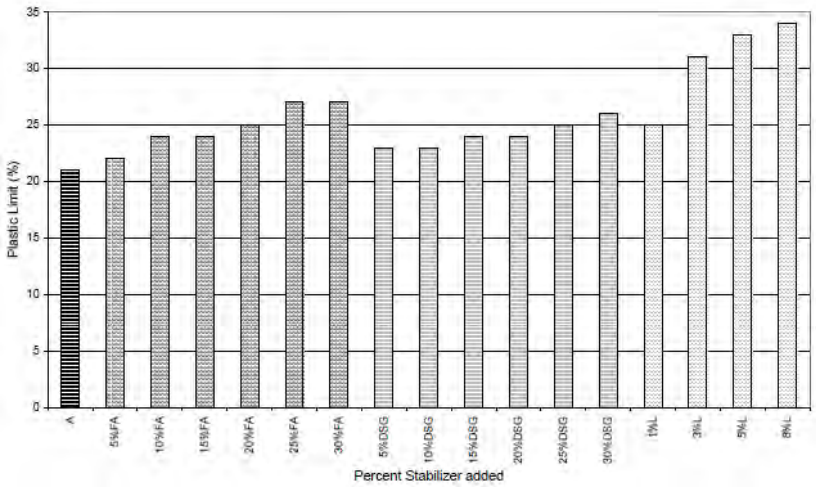
(b)

Fig.6. The results of UCS test; (a) Effect of FA addition to Kaolin clay on UCS, (b) Effect of FA addition to clay D on UCS (Özsoy et al., 2007).

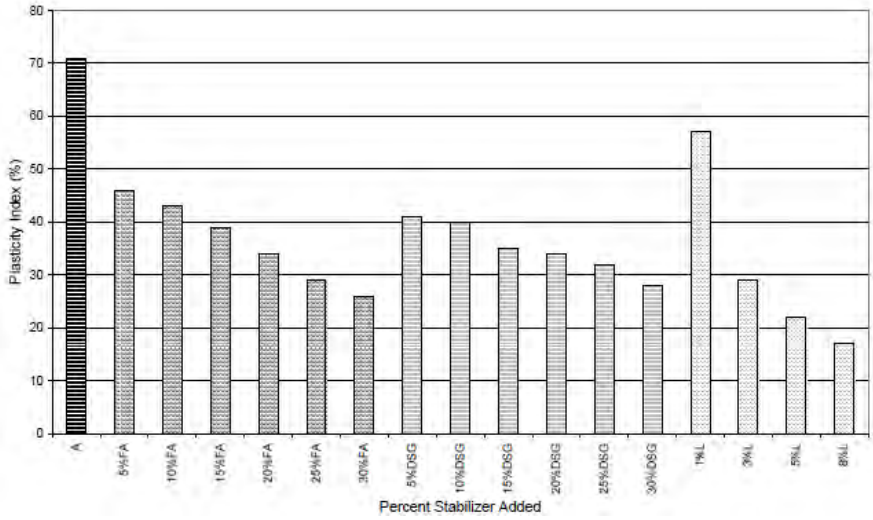
There are also studies investigating the effects of fly ash, desulfocips and lime on soil parameters of swelling related to consistency limits such as liquid limit, plastic limit, plasticity index, shrinkage index (Çetiner, 2004) (Fig.7).



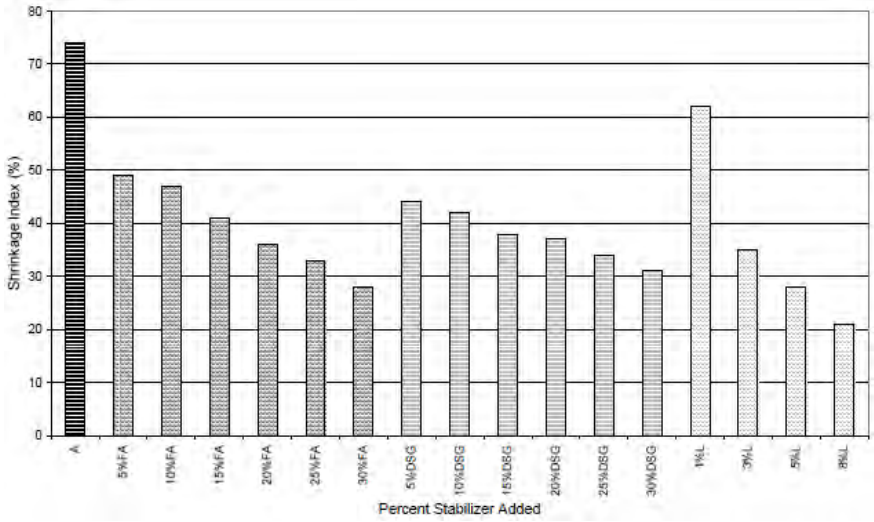
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig.7. Effects of fly ash, desulfojips and lime on Atterberg Limits; (a) Effects of fly ash, desulfojips and lime on Liquid Limit, (b) Effects of fly ash, desulfojips and lime on Plastic Limit, (c) Effects of fly ash, desulfojips and lime on Plasticity Index, (d) Effects of fly ash, desulfojips and lime on Shrinkage Index (Çetiner, 2004).

In Turkey, areas which include soils with expansive behaviour are found in the south and southeast regions (Fig.8). In order to determine the swelling properties of clayey soils in Harran Region, swelling percentage and swelling pressure tests were performed on samples obtained from 33 different locations (Türköz and Tosun, 2009). The potential volume change (PVC) meter equipment was used to determine the swelling pressure. The PVC method was used to determine the swelling pressure caused by the prevention of swelling after wetting the soil sample.

In the apparatus, the sample is placed with the load ring arm on the sample. The sample is immersed in water and the values are read from the load ring periodically. These readings are converted to the known load using the calibration curve or load ring factor. Load values are divided into sample areas and pressure values are obtained. In order to determine the percentage of swelling, the final deformation values of the samples drowned under water at a pressure of 7 kPa

were determined for 24 hours or until the swelling was completed and these deformation values were proportioned to the initial lengths of the samples. Samples of the same length and diameter were used to make the comparison of the measured values meaningful. A thin-walled ring with a diameter of 7 cm and a height of 2 cm was placed on the samples with a weight load that would create a pressure of 7 kPa. The swelling percentage and pressure changes were measured at different time intervals (0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 60, 120, 240, 360 and 1440 min.) starting from the time the samples were drowned.

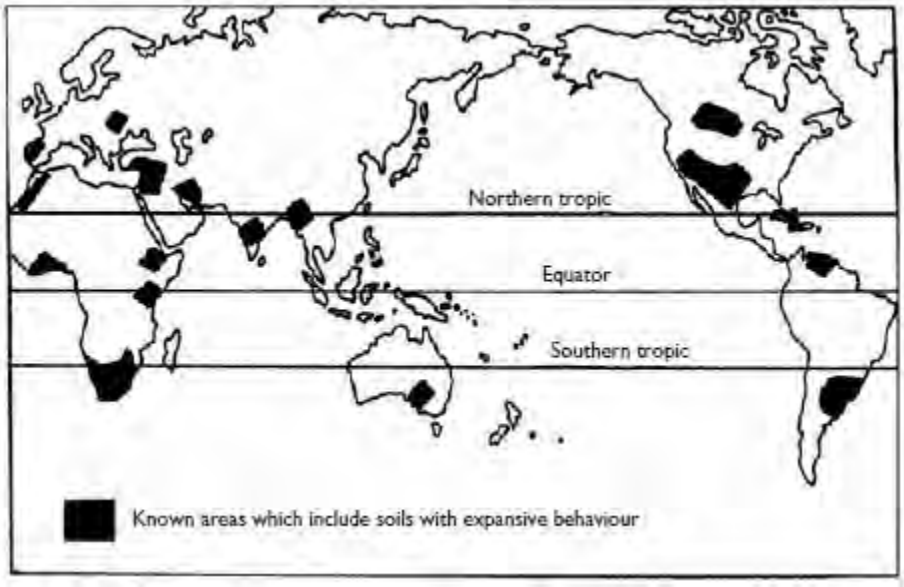


Fig.8. World-wide known areas including expansive soils (Donaldson, 1969).

As a result of the measurements, it was seen that the swelling percentage values of the samples ranged from 0.5% to 9.8%, and the swelling pressures ranged from 4 kPa to 102.2 kPa. It has been determined that this soil has a high swelling potential in the cards which are commonly used in the assessment of swelling potential.

In this context, the effect of stabilization of the clayey soil of Harran with cement and various additives on soil parameters and mechanical properties is a subject that should be investigated. In this paper, the effects of the use of Class F fly ash in cement stabilization of clayey soil of Harran Region on the unconfined compressive strength, compressive strength, splitting tensile strenght and capillary water permeability were investigated.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

The clayey soil obtained from Harran region (the part passing through the sieve No. 40) was used as soil material in this study. The natural water content and unit volume weight of the soil sample was determined as 5.8% and 1.5 g / cm^3. The soil is classified as A-7* “clayey soil” according to the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) and as SC “clayey sands” according to the Unified Soil Classification System (USCS). In this study, ASTM Type I portland cement (PC) was used as cement material during all experimental

applications. The specific weight and the Blaine specific surface area of the PC are 3.18 and 318 m^2/kg respectively. The fly ash (FA) classified as Class F (which contains less than 10% of CaO in its chemical composition) according to ASTM C 618 standart was used as mineral additive in this study. The FA was obtained from Sugözü Thermal Reactor (Turkey). The specific weight and the Blaine specific surface area of the FA are 2.25 and 287 m^2/kg respectively.

Table 1. The chemical composition of PC and FA.

		Cement	Fly ash
Chemical Composition (%)	CaO	64.35	4.24
	SiO_2	20.08	56.2
	Al_2O_3	4.63	20.17
	Fe_2O_3	2.84	6.69
	MgO	2.07	1.92
	SO_3	2.85	0.49
	K_2O	-	1.89
	Na_2O	-	0.58

2.2. Methods

2.2.1. The properties of the soil

To determine the particle size distribution, Atterberg limits and clay-silt content of the soil; sieve analysis, wet sieve analysis, Atterberg limits and pipet method experiments are carried out according to ASTM D 422, ASTM D 1140 and ASTM D 4318 standarts respectively. The plastic limit (PL) of the soil is calculated as 29.3% and the particle size distribution and liquid limit (LL) of the soil are found to be as shown in Fig.1 and Fig.2.

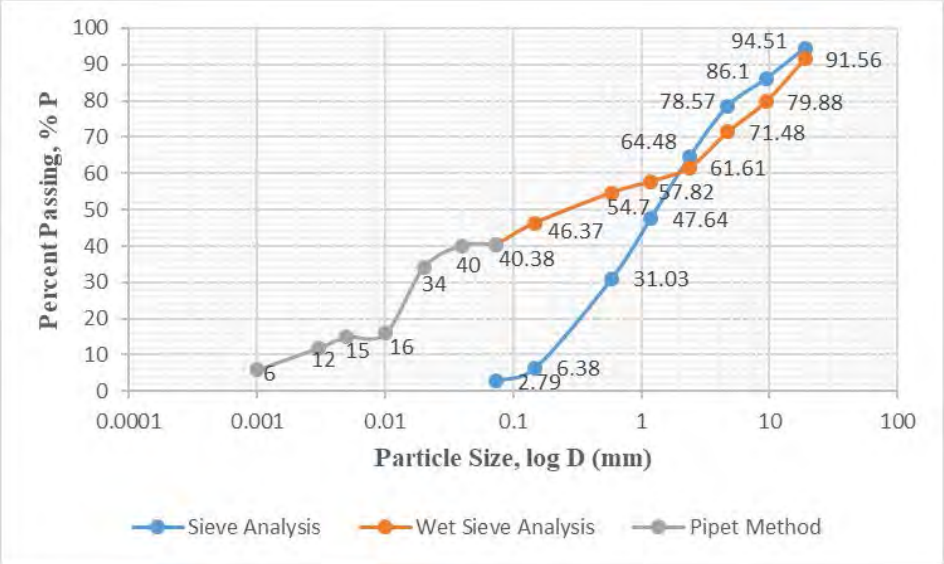


Fig.1. Particle size distribution of the Harran clayey soil.

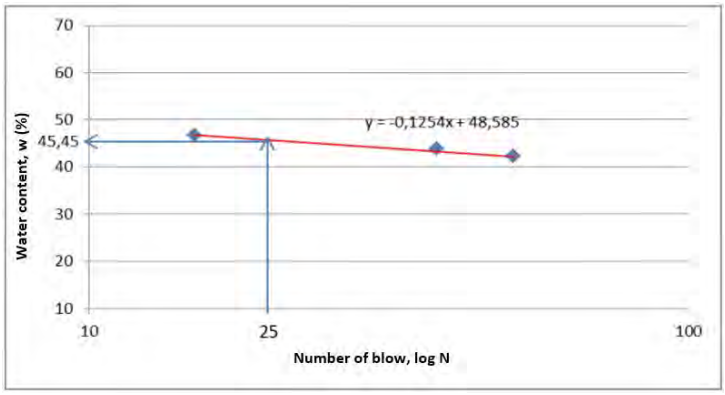


Fig.2. Liquid limit of the Harran clayey soil, LL = 45.45%.

2.2.2. The strength properties of the soil

2.2.2.1. Unconfined compressive strength test

In order to determine the strength parameters of the soil sample, 3 cylindrical samples with 30x60 mm dimensions and 15% water content were prepared. The prepared samples were subjected to unconfined compressive strength (UCS) test according to ASTM D 2166 standard (Fig.3 and Fig.4). The soil sample subjected to the UCS test is subjected to load only in the axial direction and the length shortening due to axial load increase is measured (Fig.4). The calculations of the test are given in Table 2.



Fig.3. The prepared soil sample for UCS test.



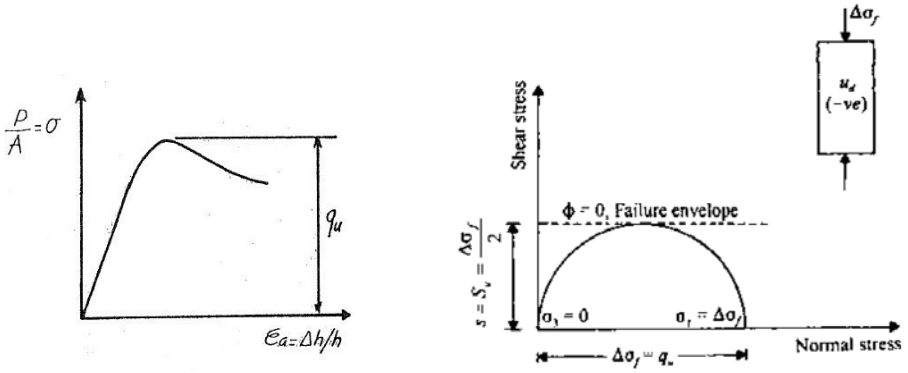
(a) (b) (c)

Fig.4. UCS testing of samples; (a) Sample 1, (b) Sample 2, (c) Sample 3.

Table 2. The UCS test results of the soil sample.

Sample No.	Initial Length (mm)	Load (kg-f)	Deformation Δh (mm)	Area at failure Af (cm²)	qu (kN/m²)	c (kN/m²)
1	60	0.7	0.75	7.154	9.588	6.12
2	60	0.9	0.965	7.18	12.283	
3	60	1.1	1.7	7.271	14.826	

According to the values in Table 2, the UCS "qu" values and cohesion "c" values are calculated with the help of the stress-strain curves (Fig.5).



(a) (b)

Fig.5. UCS curves; (a) Stress-strain curve (Özaydın, 2011), (b) UCS curve (Das, 2008).

2.2.2.2. Direct shear test

With 60x60x20 mm dimensions and 15% water content 3 rectangular prism samples were prepared for testing. The samples were subjected to direct shear test according to ASTM D 3080 standard for 3 different loading condition of 4 kg, 8 kg and 16 kg. In direct shear test, the soil sample is placed in a box of two rigid rectangular cross-section rings (Fig.6). Under an applied shear force, the lower part moves in the horizontal plane while the upper part of the can is stationary, thereby forcing the soil sample to slide along the horizontal plane passing through the center of the sample.

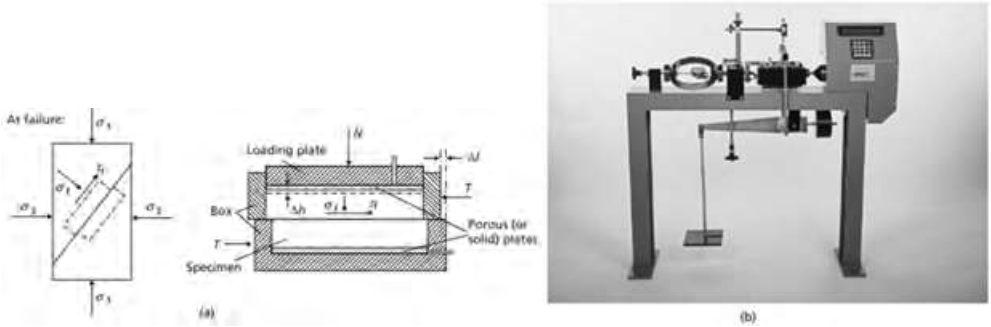


Fig.6. Direct shear apparatus (Craig, 2012); (a) Schematic, (b) Standart direct shear apparatus.

Table 3. The direct shear test results of the soil sample.

Sample No.	Load (kg)	Deformation Δl (mm)	Sectional Area 60*(60-Δl) (mm²)	N (kN)	Tmax (kN)	τ (kN/m²)	σ (kN/m²)
1	4	6	3240	0.04	70	21.6	12.35
2	8	9	3060	0.08	87.5	28.59	26.14
3	16	11	2940	0.16	105	35.71	54.42

From Fig.7, according to Mohr-Coulomb failure criterion, the angle of internal friction of the soil is calculated as 35^0.

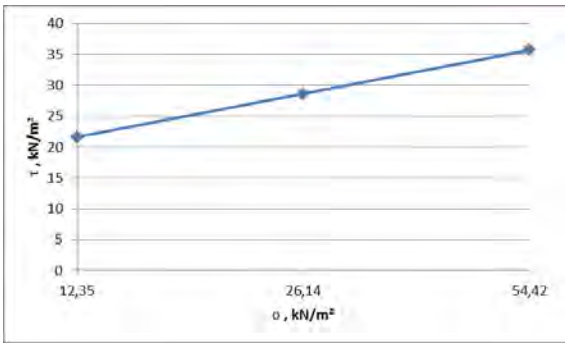


Fig.7. Mohr-Coulomb failure curve.

2.2.3. Mixture preparation

The mixing ratios were calculated according to the cement dosage of 500 doses in the "soil-cement" mixture calculation of the samples prepared for the experiment. The water content of the soil is 15% and the total water / binder ratio in the mixtures was taken as 1.00 so as to remain constant. According to the cement rate of 500 doses, 10%, 30% and 50% FA was used instead of cement. The groups of mixture are tabulated in Table 4 below.

Table 4. Groups of mixture.

Groups of mixture	Soil (S) (gr)	Cement (C) (gr)	Fly Ash (FA) (gr)	W/B*
S + %90*C + %10*C FA	11070	4981.5	553.5	1
S +%70* C + %30*C FA	11070	3874.5	1660.5	1
S + %50*C + %50*C FA	11070	2767.5	2767.5	1

*B: Binder (cement + fly ash)

All mixtures were prepared by using a mixer which has a 25 liter of capacity (Fig.8).



Fig.8. Mixer.

Firstly, the cement and FA were mixed (before adding water or soil) at 100 rpm for 1 minute. Secondly, the soil was added and the mixing continued for 2 minutes at 100 rpm. Then, finally water was added to the mixture and stirring was continued for 2 minutes at 100 rpm.

Three 30x60 mm cylinder samples (Fig.9) were prepared for each mixture to be used in the UCS test. The molds were lubricated and filled into the molds from the mixture prepared in different mixing ratios for each group and compressed with a specially prepared metal mallet.

2 pieces of 150x150x150 mm cube specimens (Fig.10) were prepared from each of the mixtures for compressive strength test. 1 piece of 100x200 mm cylindrical specimen (Fig.11) was prepared from each of the mixtures for splitting tensile strength test and 1 piece of 100x200 mm cylindrical specimen (Fig.11) was prepared from each of the mixtures for capillary water permeability test. For these samples, specially prepared metal rammers with cross-sectional dimensions of each mold were used for the compaction of the mixtures in the mold.

The mixture prepared for each mixture group was filled into the greased sample molds and the placing operations in the mold with metal rammers were completed (Fig.9, Fig.10 and Fig.11).

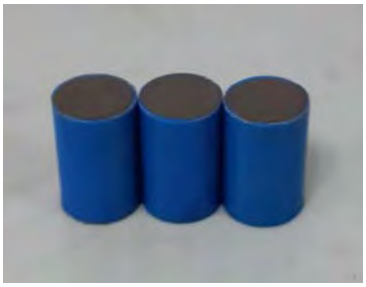


Fig.9. 30x60 mm dimensional cylinder samples.

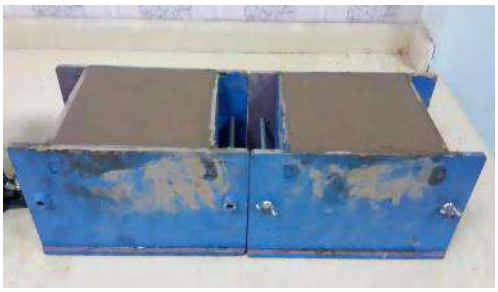


Fig.10. 150x150x150 mm cube specimens.



Fig.11. 100x200 mm cylindrical specimens.

2.2.4. Curing time

The prepared samples were placed in bags so that they would not be airtight and they were cured in their own moisture (Fig.12 and Fig.13).



Fig.12. Curing of the 30x60 mm dimensional cylinder samples for 28 days.



Fig.13. Curing of the samples for the first group of mixture (containing 10% FA) for 28 days.

All samples were cured for a period of 28 days. The samples were bagged with the mold for the first 7 days of the curing time period and then the curing process was ended up to 28 days in total solely in molds without being bagged.

The test specimens prepared for the groups 3 and 5; containing 30% and 50% fly ash respectively, were placed in bags as illustrated above to ensure that they were cured in their own moisture for 28 days.

Experiments on the samples were carried out after a curing period of 28 days. At the end of 28 days, cube samples were subjected to compressive strength test. Cylinder samples of 30x60 mm dimensions were subjected to UCS test. One of the 100x200 mm cylindrical specimens was subjected to splitting tensile strength test and the other was subjected to a capillary water permeability test by taking a 50 mm cross-section from its central region.

2.2.5. Testing of samples

The samples were seperated into groups with numbers 1, 3 and 5 in relation to the values of FA content of 10%, 30% and 50%.

2.2.5.1. UCS test

Before the cylinder samples were subjected to the UCS test, the mortar was prepared in order to level the upper and lower surfaces. For this purpose, an amount of 0.2 mm fine sand which is 2

times the amount of cement to be used for the mortar and an amount of water which is to be half of the amount of cement to be used for the mortar were mixed together well. This prepared mixture was placed on an oiled glass surface and the samples were placed in a vertical direction (Fig.14a). In this way, samples were made ready for the UCS test (Fig.14b).



(a) (b)

Fig.14. Preparing the samples for UCS test; (a) Placement of the mortar on the oiled glass surface, (b) Leveling the upper and lower surfaces of the samples.

The groups of cylinder samples made ready for testing were subjected to UCS test according to ASTM D 2166 standart (Fig.15). Length shortening due to increased load applied in axial direction was measured. These values calculated for 3 samples in each group and other parameters calculated for these values are shown in Table 5.



(a) (b) (c)

Fig.15. UCS test; (a) Group 1 sample, (b) Group 3 sample, (c) Group 5 sample.

Table 5. The UCS test results of samples of all groups.

Group No.	Sample No.	Initial Length (mm)	Load (kg-f)	Deformation Δh (mm)	Area at failure Af (cm²)	qu (kN/m²)	c (kN/m²)
1	1	60	45	0.42	7.115	619.834	331.080
	2	48.1	0.53	7.128	661.311		
	3	51.4	0.64	7.141	705.374		
3	1	60	42	0.95	7.178	573.366	322.058
	2	47.1	1.77	7.279	634.06		
	3	53.4	1.28	7.219	724.92		
5	1	60	45.9	1.88	7.294	616.738	317.159
	2	46.1	1.28	7.219	625.82		
	3	48.4	0.98	7.182	660.4		

2.2.5.2. Compressive Strength Test

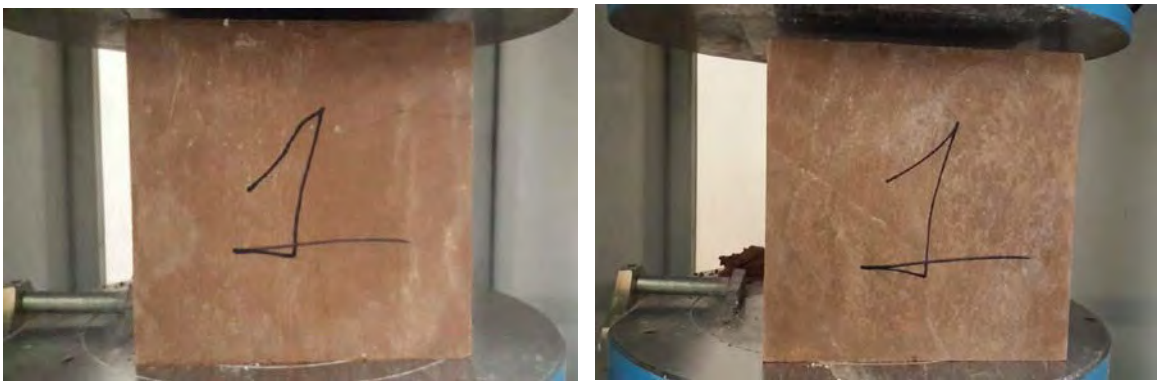
The compressive strength tests were carried out in accordance with ASTM C 39 standard on a test device with a capacity of approximately 2,500 kN. In order to determine the properties of the mixtures under the pressure load, the area where the sample will be placed was first cleaned and pressure test was performed as shown in Fig.16 on cube samples with dimensions of 150x150x150 mm.



(a) (b)

Fig.16. Compressive Strength Test device; (a) Sample placement, (b) Testing of the sample.

Compressive strength test was carried out for 2 pieces of 150x150x150 mm dimensional cube samples for each group of mixture (Fig.17).



(a) (b)



(c) (d)

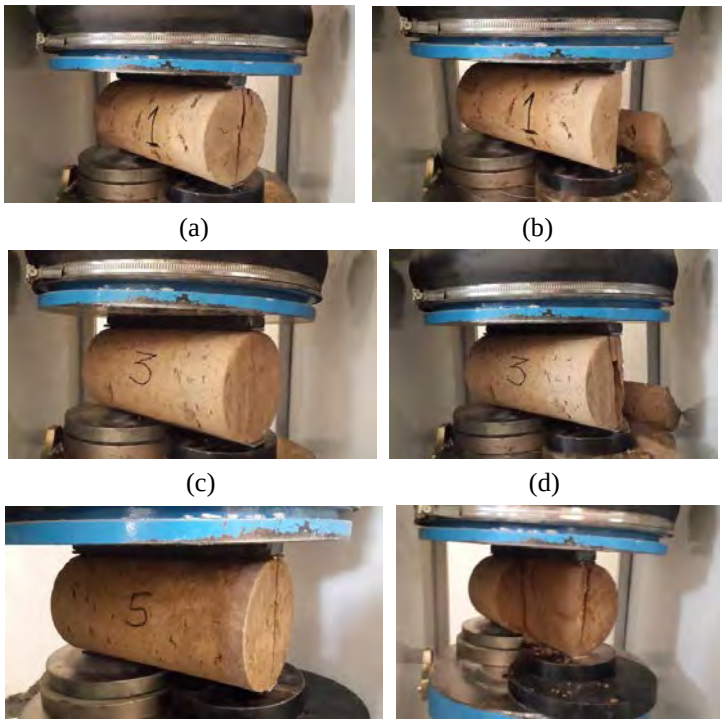


(e) (f)

Fig.17. Compressive Strength Test; (a) and (b) Group 1 samples, (c) and (d) Group 3 samples, (e) and (f) Group 5 samples.

2.2.5.3. Splitting Tensile Strength Test

Splitting tensile strength test was carried out for 100x200 mm cylinder samples in accordance with ASTM C 496 standard using compressive strength test device. Metal rods were placed horizontally on the upper and lower contact surfaces of the cylinder sample tester. By means of these metal bars, it is ensured that the pressure load is applied uniformly on the cylinder side surface. The test was applied on 1 sample for each experimental group (Fig.18).



(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)

Fig.18. Splitting Tensile Strength Test; (a) and (b) Group1sample, (c) and (d) Group 3 sample, (e) and (f) Group 5 sample.

2.2.5.4. Capillary Water Permeability Test

One of the two 100x200 mm cylindrical specimens prepared for each sample group was subjected to the capillary water permeability test according to ASTM C 1585 by taking a 50 mm thick section from the central region. The samples were stored in an oven at 105 °C for 24 hours before preparing for the experiment. To ensure water permeability of the specimens only from the cross-sectional surface, the side surfaces near the surface to be in contact with the water are coated with silicone up to a height of about 10 mm (Fig.19). The changes in the weight of the samples were measured at 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49 and 64 minutes and are shown in Table 6.

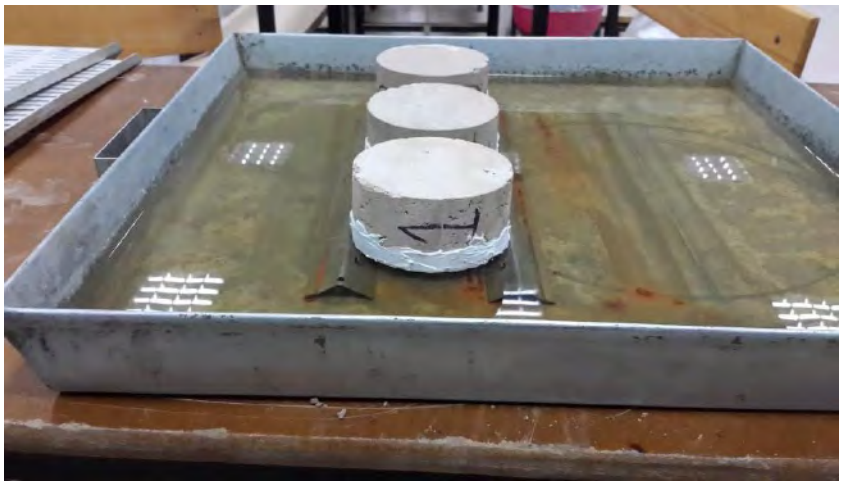


Fig.19. Capillary Water Permeability Test.

Table 6. The results of Capillary Water Permeability test of all groups.

Group No.	Measurements of weight change by time (min.)								
	0	1	4	9	16	25	36	49	64
1	557.66	567.05	575.5	583.22	589.47	595.39	600.46	605.5	610.53
3	557.58	570.13	584.67	598.2	610.06	620	627.79	634.51	640.21
5	560.52	590.19	616.84	639.74	656.81	671.38	680.23	685.44	687.36

3. Results and discussion

3.1. Unconfined Compressive Strength

The values of the UCS of the mixtures containing natural soil, cement and FA in different ratios are given in Table 7. As can be seen, the values obtained as a result of the soil improvement operations with the addition of cement and fly ash give very positive results compared to the natural soil values. Since the amount of Class F fly ash, used by reducement instead of cement in the mixtures, a slight decrease is observed in the obtained values depending on the amount of cement decreasing as the FA ratio increases.

Table 7. Comparing the results of UCS test for natural and improved soil.

Natural Soil	Improved Soil							
Sample	Load (kg-f)	qu (kN/m²)	C (kN/m²)	Group No.	Sample	Load (kg-f)	qu (kN/m²)	c (kN/m²)
1	0.7	9.588	6.12	1	1	45	619.834	331.08
	48.1	661.311			2	48.1	661.311	
	51.4	705.374			3	51.4	705.374	
2	0.9	12.283		3	1	42	573.366	322.058
	47.1	634.06			2	47.1	634.06	
	53.4	724.92			3	53.4	724.92	
3	1.1	14.826		5	1	45.9	616.738	317.159
	46.1	625.82			2	46.1	625.82	
	48.4	660.4			3	48.4	660.4	

3.2. Compressive Strength

The compressive strengths of each mixture samples were measured for 28 days curing period (Fig.20). Two samples from each mixture were tested.

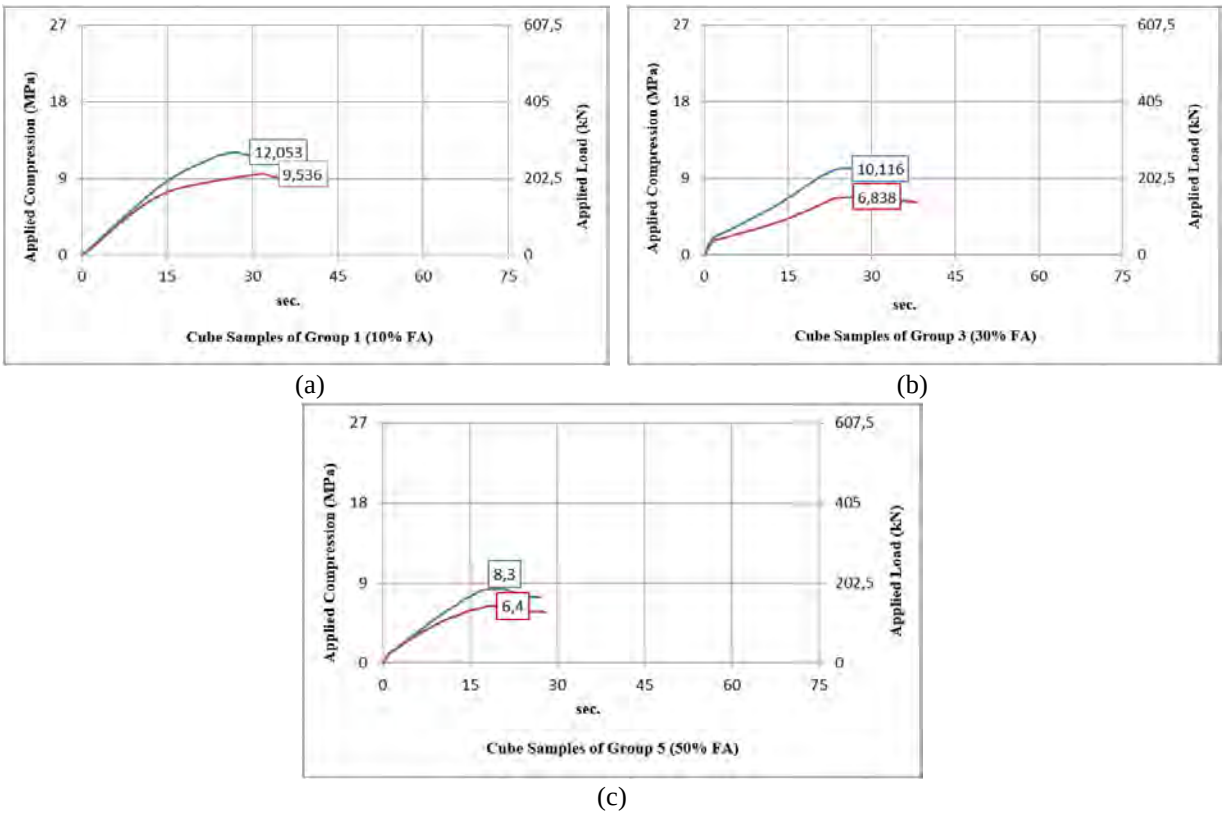


Fig.20. Compressive strength of samples for 28 days curing; (a) Group 1, (b) Group 3, (c) Group 5.

28-day compressive strength test results of mixtures with different proportions of FA added are shown in Table 8.

Table 8. The results of Compressive Strength Test.

Group No.	Proportion of FA	Compressive Strength, MPa (28-day)
1	10%	10.8
3	30%	8.5
5	50%	7.35

From the values illustrated in Table 8, it is easily seen that the increase in the proportion of FA in mixtures results in decreasing values of 28-day compressive strength. This result can be attributed to the fact that the hydration heat and early strength of Class F fly ashes are lower than Class C fly ashes and that the F-class fly ashes have a longer pozzolanic reaction time (Erdoğan, 2006).

3.3. Splitting Tensile Strength

The values obtained by applying splitting tensile strength test to 1 piece of 100x200 mm cylinder sample for each mixture group are shown in Table 9.

Table 9. The results of Splitting Tensile Strength Test.

Group No.	Proportion of FA	Compressive Strength, Mpa (28-day)
1	10%	4.21
3	30%	2.94
5	50%	2.29

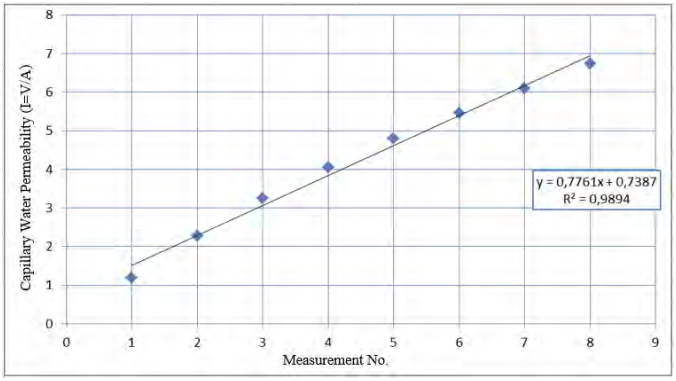
3.4. Capillary Water Permeability

The cylindrical cross-section samples with a thickness of 50 mm were subjected to capillary water permeability test and the results are shown in Table 10. According to the results of the experiment, capillary water permeability increases with increasing FA ratio (Fig.21).

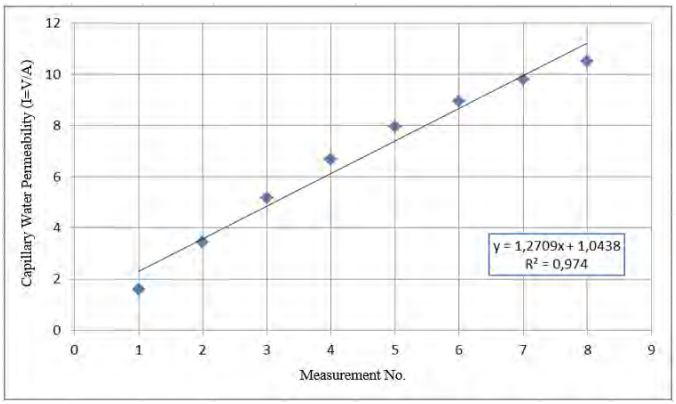
Table 10. The results of Capillary Water Permeability Test.

Time (min.)	Amount of water (gr)			Amount of water (mm^3)		
	Group No.			Group No.		
	1	3	5	1	3	5
1	9.39	12.55	29.67	9390	12550	29670
4	17.84	27.09	56.32	17840	27090	56320
9	25.56	40.62	79.22	25560	40620	79220
16	31.81	52.48	96.29	31810	52480	96290
25	37.73	62.42	110.86	37730	62420	110860
36	42.8	70.21	119.71	42800	70210	119710
49	47.84	76.93	124.92	47840	76930	124920
64	52.87	82.63	126.84	52870	82630	126840

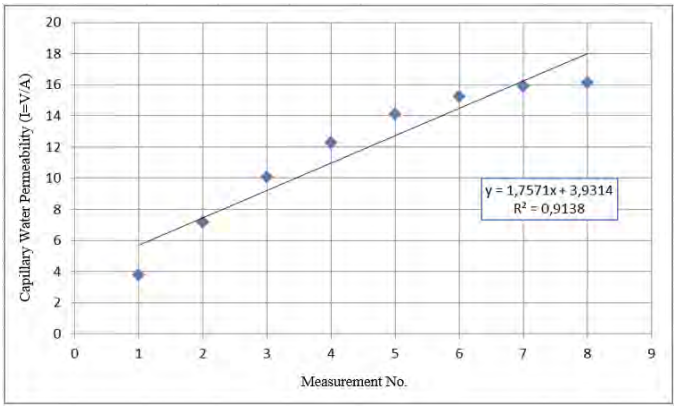
The values in Table 10 indicate that Class F fly ash is not as good as the cement to decrease the capillary water permeability of improved soil.



(a)



(b)



(c)

Fig.21. The results of Capillary Water Permeability Test;
(a) Group 1 (10% FA), (b) Group 3 (30% FA),
(c) Group 5 (50% FA).

4. Conclusions

In this study, the effect of varying ratios of Class F fly ash on the unconfined compressive strength, compressive strength, splitting tensile strength and capillary water permeability of clayey soil of Harran Region was investigated. The following results can be put forward with reference to the test results.

1. It was observed that compressive strength, splitting tensile strength and unconfined compressive strength values of 28-day samples decreased with increasing percentage of FA usage. Similar results were obtained in the literature regarding the unconfined compressive strength values (Özsoy et al., 2007).
2. An increase in capillary water permeability of 28-day samples was observed as the FA ratio increased. In cement mixtures where mineral additives are used, the curing time increases as the binder ratio of mineral additive increases. Variation of these values can be investigated for longer curing time.
3. W/B ratio was kept constant as 1.00 in all mixtures. The calculation for water content of the mixtures was made so that including the natural water content (15%) of the soil. Due to the fact that the fine soil can draw much water, it is likely that the binder materials may not be able to use the mixing water effectively in pozzolanic reactions. Studies on changes in soil parameters due to increased water content can be continued.
4. In cement-stabilized soils, the mixture dosage is usually 300 ~ 700. The amount of cement calculated in this study was kept constant at a rate of 500 doses in the mixtures. The same amount with increase of FA ratio was reduced from the cement. Consequently, it was observed that samples with a FA ratio of 10% in early age strengths (because they contain more cement than samples containing 30% and 50% FA) gave better results. This result appears to have a similar effect to the change in unconfined compressive strength depending on the FA content.
5. In this study, only FA was used as an additive, as the effects of the use of FA with cement were investigated by increasing the proportion of FA so that the dosage of the binder material remained constant. As the FA used is Class F, its interaction with cement and setting time does not give as good results as Class C fly ash. Since the initial strength of Class C fly ash (taking in account the 28-day curing time in this study) is higher, it is likely to give better results if used in studies.
6. The samples were bagged in an airtight manner and cured under their own moisture conditions. The effects of different curing conditions can be investigated.

References

AL-RAWAS, A.A., GOOSEN, M.F.A., 2006. “Expansive soils: Recent advances in characterization and treatment.” *Third Edition*, London.

ALTUN, S., 2010. “Zemin iyileştirme yöntemleri, derin temeller ve uygulama örnekleri.” Ege Üniversitesi, İMO.

ASTM C39, 1994. “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.” Annual Book of ASTM Standards.

ASTM C496, 1994. “Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.” Annual Book of ASTM Standards.

ASTM C618, 1994. “Standard Test Method for Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.” Annual Book of ASTM Standards.

ASTM C1585, 1994. "Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes." Annual Book of ASTM Standards.

ASTM D422, 2011. "Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils." Soil Mechanics Lab Manual.

ASTM D1140, 2011. "Standard Test Method for Amount of Material in Soils Finer Than the No.200 (75-µm) Sieve." Soil Mechanics Lab Manual.

ASTM D2166, 2011. "Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil." Soil Mechanics Lab Manual.

ASTM D3080, 2011. "Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions." Soil Mechanics Lab Manual.

ASTM D4318, 2011. "Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils." Soil Mechanics Lab Manual.

BAUDET, B., STALLEBRAS, S., 2004. "A constitutive model for structured clays." *Geotechnique*, 54(4), pp. 269-278.

BEEGHLY, J., SCHROCK, M., 2010. "Dredge material stabilization using the pozzolanic or sulfo-pozzolanic reaction of lime by-products to make an engineered structural fill." *International Journal of Soil, Sediment and Water*, 3(1), pp. 1–21.

BJERRUM, L., 1954. "Geotechnical properties of Norwegian marine clays." *Geotechnique*, 4(2), pp. 49–69.

CHEN, C.S., TAN, S.M., 2002. "A case history of a coastal land reclamation project." *GSM-IEM Forum on Engineering Geology and Geotechnics in Coastal Developement*, Oct 23.

COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF TECHNOLOGY (CDIT), 2002. "The deep mixing method: principle, design and construction." Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

CRAIG, R.F., 2004. "Craig's soil mechanic." *Seventh Edition*, University of Dundee, UK.

CRAIG, R.F., KNAPPETT, J.A., 2012. "Craig's soil mechanic." *Eighth Edition,* University of Dundee, UK.

CROFT, J.B., 1967. "The structures of soils stabilized with cementitious agents." Engineering Geology, 2(2), pp. 63–80.

ÇETİNER, S.I., 2004. "Stabilization of expansive soils by Çayırhan fly ash and Desulphogypsum." MS. Thesis, The Middle East Technical University, Turkey.

ÇOKÇA, E., 2012. "Şişen Zeminler." *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Ondördüncü Ulusal Kongresi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

DAS, B.M., 2008. "Advanced soil mechanics." *Third Edition,* USA.

DEMİR, S., KILIÇ, M., 2010. "Şişen zeminlerin tanımlanması ve zemin iyileştirme yöntemleri." *Ziraat Fakültesi Dergisi,* 27(1), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, pp. 95-104, Türkiye.

DEMİRÖZ, A., KARADUMAN, M., 2009. "Zemin iyileştirme metotları." *ISSN 1302/6178 Journal of Technical – Online*, Vol. 8, n.3.

DONALDSON, G.W., 1969. "The Occurrence of Problems of Heave and the Factors Affecting its Nature" *Second International Research and Engineering Conference on Expansive Clay soils*, Texas A&P Press.

ERDOĞAN, T.Y., 2006. "Beton." Ortadoğu Teknik Üniversitesi, ODTÜ Yayıncılık.

HOLTZ, W.G., 1959. "Expansive clays-properties and problems." *Journal of' the Colorado School of Mines*, Vol. 54, n. 4, pp. 89-125.

HORPIBULSUK, S., MIURA, N., NAGARAJ, T.S., 2003. "Assessment of strength development in cement-admixed high-water content clays with Abrams' law as a basis." *Geotechnique*, 53(4), pp. 439–444.

ISMAIL, M.A., JOER, H.A., SIM, W.H., RANDOLPH, M.F., 2002. "Effect of cement type on shear behavior of cemented calcareous soil." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 128(6), pp. 520–529.

KAROL, R.H., 2003. "Chemical Grouting and Soil Stabilization" Third Edition, Revised and Expanded, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA.

KERRANE, J.P., 2005. "What are expansive soils."

MITCHELL, J.K., SOGA, K., 2005. "Fundamentals of soil behavior." *Third Edition, John Wiley & Sons, Inc.*, Canada.

MOLLAMAHMUTOĞLU, M., KAYABALI, K., 2004. "Geoteknik deprem mühendisliği el kitabı." Ankara Üniversitesi, Ankara.

NAGARAJ, T.S., PANDIAN, N.S., NARASIMHA RAJU, P.S.R., 1991. "An approach for prediction of compressibility and permeability behaviour of sand bentonite mixes." *Indian Geotechnical Journal*, 21(3), pp. 271–282.

NAYAK, N.V., CHRISTENSEN, R.W., 1971. "Swelling characteristics of compacted expansive soils." *Clay and Clay Minerals*, Vol.19, pp. 251-261.

ÖKSÜZ, K., 2006. "Afşin-Elbistan termik santralı uçucu külünün Zemin stabilizasyonunda kullanımı." Master Tezi, Çukurova Üniversitesi, Türkiye.

ÖZAYDIN, K., 2012. "Zeminlerin iyileştirilmesi." *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Ondördüncü Ulusal Kongresi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

ÖZAYDIN, K., 2011. "Zemin Mekaniği." Yıldız Teknik Üniversitesi, Birsen Yayınevi.

ÖZSOY, E.A., YILMAZ, G., YÖRÜKOĞULLARI, E., SAKIZCI, M., ÇETİN, M., 2007. "Effect of Class C Fly Ash on Mechanical Properties of Clays." *10th international conference of the European Ceramic Society,* Berlin.

SASANIAN, S., 2011. "The Behaviour of Cement Stabilized Clay at High Water Contents." Phd Thesis, The University of Western Ontario, Canada.

SIDDIQUE, R., 2008. "Waste materials and by-products in concrete." Thapar University, India.

TÜRKÖZ, M., TOSUN, H., 2010. "Harran kili şişme özelliklerinin değerlendirilmesi ve dolaylı tahmini." *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, pp. 1-10.

YILMAZ, I., KARACAN, E., 1998. "Zeminlerin şişme özellikleri." Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas.

HEAVY METALS CONCENTRATIONS IN DRILLING FLUIDS AND DRILL CUTTINGS IN OIL EXPLORATION FIELD IN ADIYAMAN, TURKEY

Ahmed ELİLYAS[1], Abdullah ÖZKAN[1], Vildan ÖZKAN[1]

[1]Department of Petroleum and Natural Gas, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Iskenderun Technical University, Hatay, Turkey

ABSTRACT

During drilling process to explore and produce oil, there are many wastes (fluid and solid) resulted from this process. There are some reports indicating the exicestance of heavy metals that may be toxic and threatens the life of organism.

The present study aims to investigate some heavy metals concentrations (Cd, Cr, Ni, Ba, Pb, Fe, Cu, Mn, As, Co, V) in eleven samples of drilling mud and drill cutting collected from different depths (0 to 2000 m) of the oil exploration field. The amounts of heavy metals were obtained by using LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) instrument.

The obtained results revealed that the amounts of heavy metals were as next order Fe>V>Ba>Pb>Mn>Cu>Cd>Cr>Ni>As>Co in drilling mud samples and as the order Fe>V>Pb>Mn>Cr>Ni>Cu>Co>Cd>As in drill cutings samples.

In conclusion, the samples were polluted with high concentrations of lead range from 133 to 32677 $mg.kg^{-1}$ (in spent mud samples), cadmuim range from highest value 19,2 $mg.kg^{-1}$ (in sample of driling mud taken from 250 m depth) and lowest value 0.325 $mg.kg^{-1}$ (in sample of drilling mud taken from 1500 m depth), vanadium highest value 18291 $mg.kg^{-1}$ (in drill cutting sample taken from 1500 m depth) and lowest value 8229 $mg.kg^{-1}$ (in driling mud sample taken from 1500 m) while amounts of other metals were in normal limits.

Keywords: Heavy metals, Drill cuttings, Drilling fluids, LA-ICP-MS.

INTRODUCTION

The heavy metals are definied as the metals that have a density more than 5 kg/m^3. When heavy metal concentrations exceed primary limits, they may be toxic to all living organisms [1]. Heavy metals have two types of sources; the first one is natural origin, while the second is

the industrial (human-made) source. One of the industrial sources is the wastes formate from oil exploration and production.

During operations of oil wells drilling, there are many generated wastes. The largest part of these wastes is drilling fluids and drill cutting [2]. When these wastes are disposed into the environment, these wastes mix with soil and cause soil contamination and may seep into surface water or groundwater and cause pollution, threatening the life of living organisms [3].

Drilling Fluid (Drilling Mud): It is the fluid used during oil wells drilling activeties, consists of some natural and synthetic chemical materials. Drilling fluides have several function as lubricating and cooling the drill bit and drilling equipments, suspending and releasing drill cuttings to surface, sealing permeable formations, and reducing corrosion rate [4]. There are three main types of drilling muds; water based drilling muds (WBDM), oil based drilling mud (OBDM) and gas based drilling mud. The present study focuses on WBDM which depends on water as a basic material in its composition and contains other chemical additives [5]. This type of drilling mud is typically for top section of the well, on the other hand, its considered a favorable mud for environment because it has not major toxic compounds [6], but at the same time, it contains some of heavy metals including arsenic, barium, cadmium, chromium, lead, and zinc. The concentration of these metals depends on the type of drilling mud. The concentrations of heavy metals contained in cuttings depends on the type of drilling fluid, the additives used, and the natural occurring metal level of the formation being drilled [3]. Some similar studies have shown that the drilling mud samples were heavily contaminated with some heavy metals such as cadmium [7].

Drill cuttings: they are the rock fragments formed by cutting the rock layers and these parts transported to the surface by the drilling mud [5]. Also drill cuttings contain number of heavy metals.

The mixing of wastes containing high concentrations of heavy metals with soil can transfer high proportions of these minerals to the plant, which threatens human life and the rest of the organisms that feed on these plants [8].

MATERIAL AND METHOD

All the samples have been collected from different depths in oil exploration area (Adiyaman). The collected samples are divided into two types; the first one is drilling fluids

taken from bottom of shale shaker, and another one is drill cuttings taken from above of shale shaker. Table 1 shows the type of taken sample and depths taken from it.

Table 1. Type of studied samples and depths

The Sample	Type	Depth (m)
S_0	Spud mud	0
S_1	Drilling mud	250
S_2	Drilling mud	500
S_3	Drilling mud	1000
S_4	Drilling mud	1500
S_5	Drilling mud	2000
K_1	Dril cutting	500
K_2	Dril cutting	1000
K_3	Dril cutting	1500
K_4	Dril cutting	2000
K_5	Waste (Spent) mud	> 2000

These samples have been dried by air for a week, and after that it has been well grinded, until it is homogeneous and very soft powder. The powder has been sieved by using the laboratory sieve, whose openings are 0.25 mm diameter. And, from each sample, 0.5 grams has been weighed by a sensitive weighing scale and put in an erlenmeyer flask of 100 ml capacity. During this time, acidic mixture has been prepared from nitric acid and hydrochloric acid according to the ratio (1:3 HNO_3: HCl), and 40 mL has been added from the acidic mixture to the samples that have been weighed. Then the samples have been evaporated by hot plate until they are almost dry, then water has been added until the mixture is 100 ml [7]. Finally, the samples have been kept at room temperature for 24 hours. And then it has been ready to take a test to measure the concentrations of heavy metals by LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). LA-ICP-MS is a powerful analytical technology that enables highly sensitive elemental and isotopic analysis to be performed directly on solid samples [9].

RESULT AND DISCUSSION

The figures below shows the concentration of the investigated heavy metals (Pb, Cd, Ni, Fe, Co, As, Cu, Cr, V, Mn, Ba) in comparison with similar study which was performed in AZ Zubair oil field, Basra, Irak [7] , with a study which was performed on soil around International Hatay Airport [24] and with drilling waste (mud and cuttings) from Dibi and Ewan off-shore wells in the Niger Delta, Nigeria [25] .

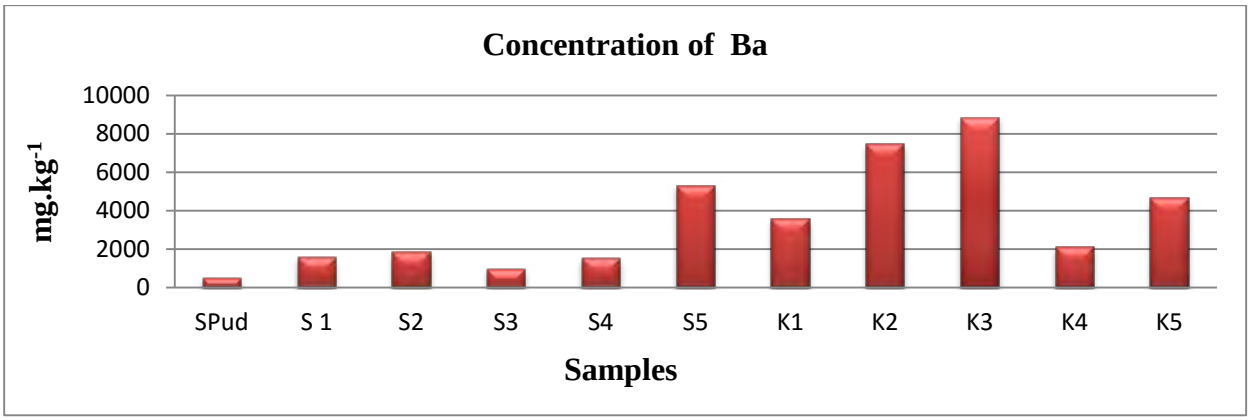


Figure 1. Concentration of Ba in the studied samples

The highest concentration of barium (8886 $mg.kg^{-1}$) was in the sample of drill cutting (1500 m). Barium in waste has an industry source (barite or barium sulfate) that used as weighting materials and have natural origin source from the formation rocks.

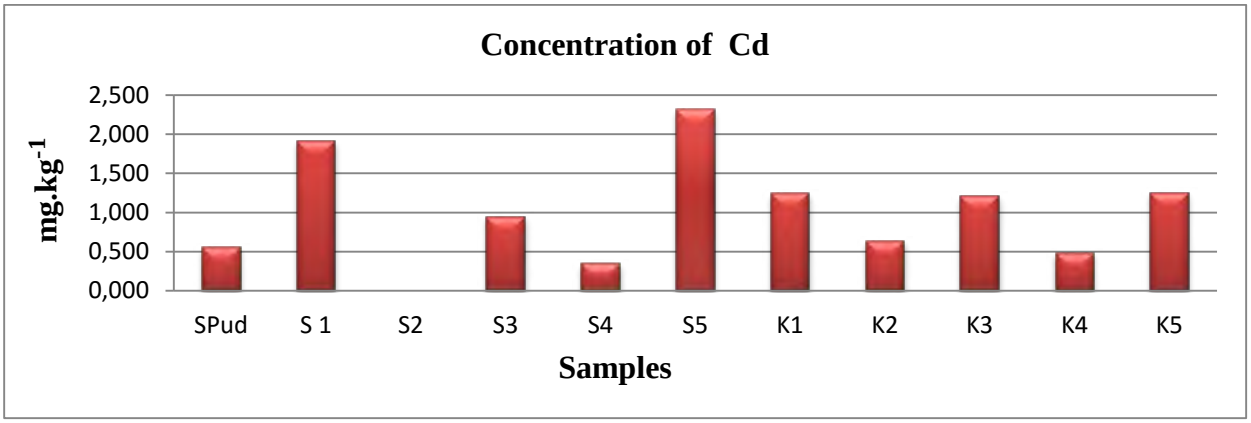


Figure 2. Concentration of Cd in the studied samples

The highest concentration of cadmium (19.2 $mg.kg^{-1}$) was in the sample of drilling mud (2000 m) .

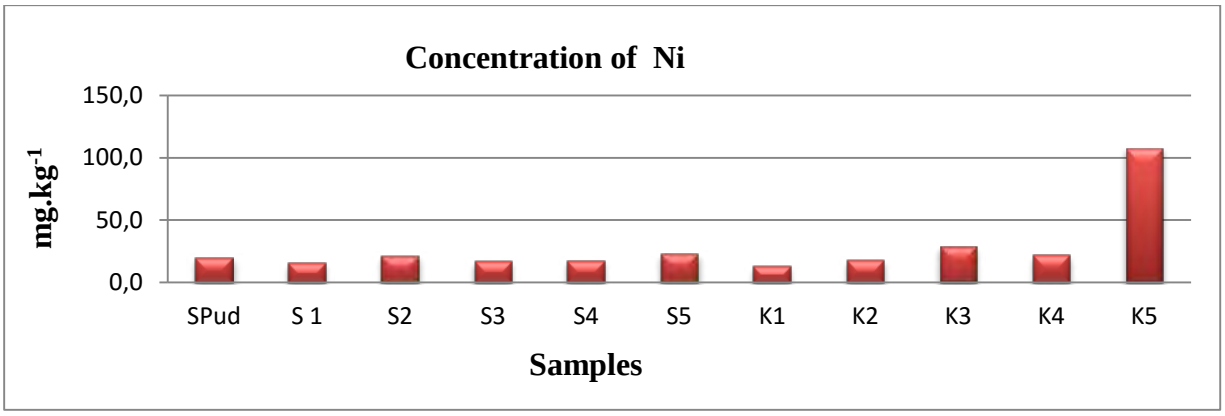


Figure 3. Concentration of Nil in the studied samples

The highest concentration of nickel (712 mg.kg^{-1}) was in the sample of drill cutting (>2000 m) while in AZ Zubair oil field highest concentration was 311 mg.kg^{-1} (1130–1140 m).

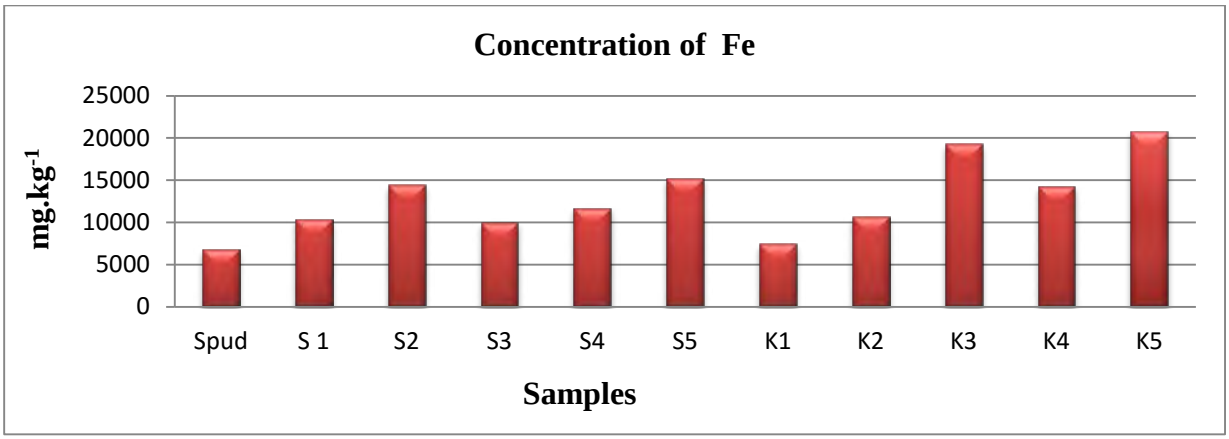


Figure 4. Concentration of Fe in the studied samples

The highest concentration of iron (19198 mg.kg^{-1}) was found in the sample of drill cutting (2000 m). In AZ Zubair oil field the higest concentration was (1638 mg.kg^{-1}) in drilling mud sample taken from depth (1130–1140m) and in soils around internationl Hatay Airport range of 1.47–16.2 mg.kg^{-1} while was 303 mg.kg^{-1} in drill cuttings in Ewan and Dibi offshore oil wells (4121 – 10171 m).

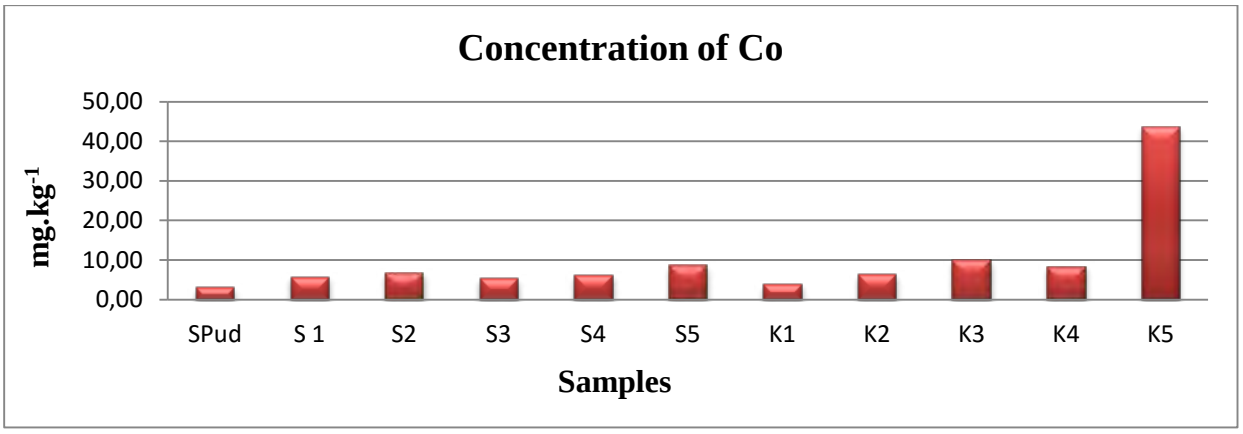


Figure 5. Concentration of Co in the studied samples

The highest concentration of cobalt (46.8 mg.kg^{-1}) was in the sample of drill cutting (2000 m). In soil around International Hatay Airport range of 0.12-0.270 mg.kg^{-1}, not recorded in other studies.

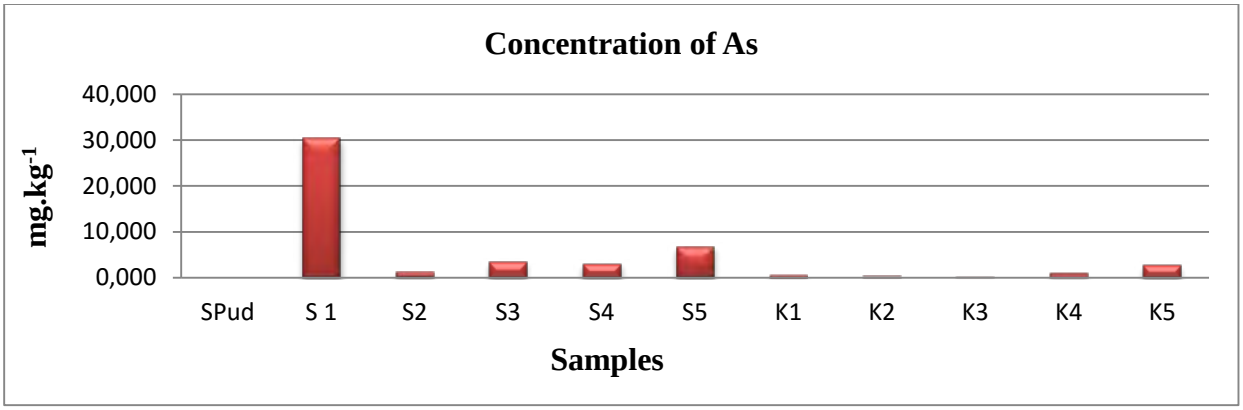


Figure 6. Concentration of As in the studied samples

The highest concentration of arsenic (30.4 mg.kg^{-1}) was in the sample of drilling mud (250 m), while no values recorded in other studies.

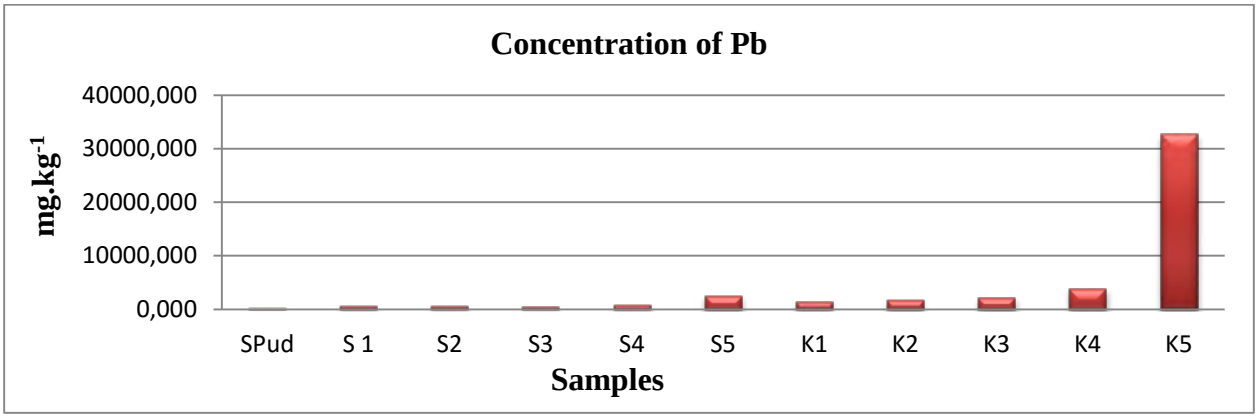


Figure 7. Concentration of Pb in the studied samples

The highest concentration of lead (32677 mg.kg^{-1}) recorded in the sample of drill cutting (2000 m), in AZ Zubair oil field pb concentration range 9.70-48.3 mg.kg^{-1} (590–600 m) depth, in soil around International Hatay Airport was between 0-1.45 mg.kg^{-1}. Highest concentration of Pb in Ewan and Dibi offshore oil wells was 2.38 mg.kg^{-1} in drill cutting taken of depth (0 – 4121 m).

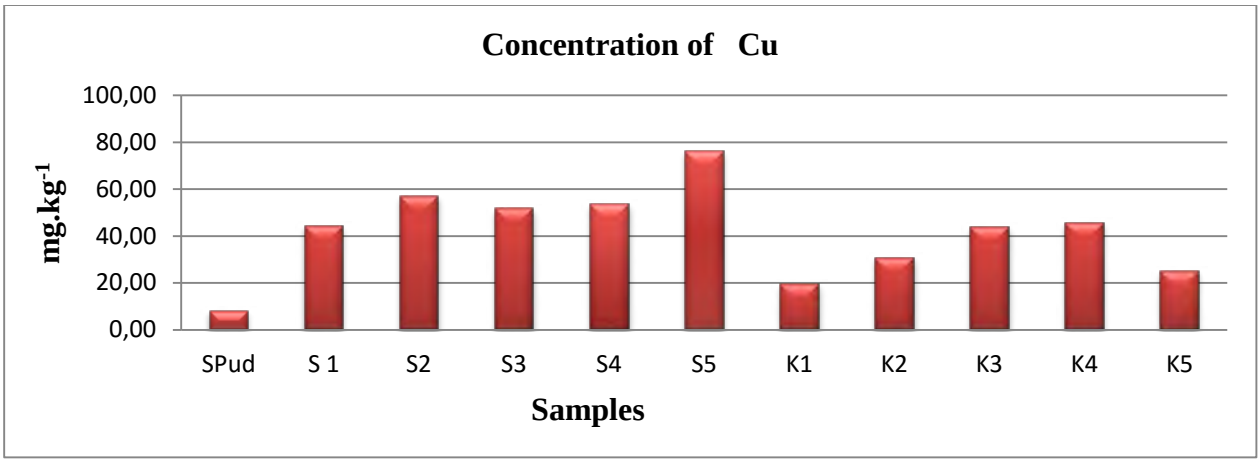


Figure 8. Concentration of Cu in the studied samples

The highest concentration of copper (76.4 mg.kg^{-1}) was in the sample of drilling mud taken from 2000 m depth. Cu concentraion in AZ Zubair oil field ranged of 4.2–304 mg.kg^{-1}, while ranging of 0.400– 5.35 mg.kg^{-1} in the soil around International Hatay Airport and was 0.280 mg.kg^{-1} in drilling mud in Ewan and Dibi offshore oil wells.

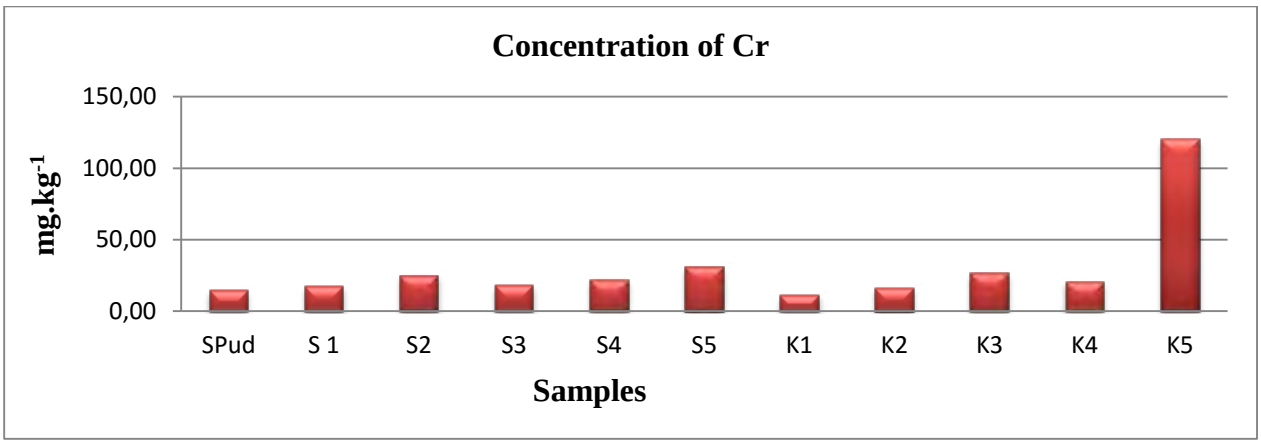


Figure 9. Concentration of Cr in the studied samples

The highest concentration of chromium (349 mg.kg^{-1}) was in the sample of drill cutting taken from 2000 m, in drilling mud of AZ Zubair oil field range of 21.1–46.9 mg.kg^{-1}, soil around International Hatay Airport range range of 0–0.780 mg.kg^{-1} and recorded 0.210 mg.kg^{-1} value in composite of drill cuttings in Ewan and Dibi offshore oil wells.

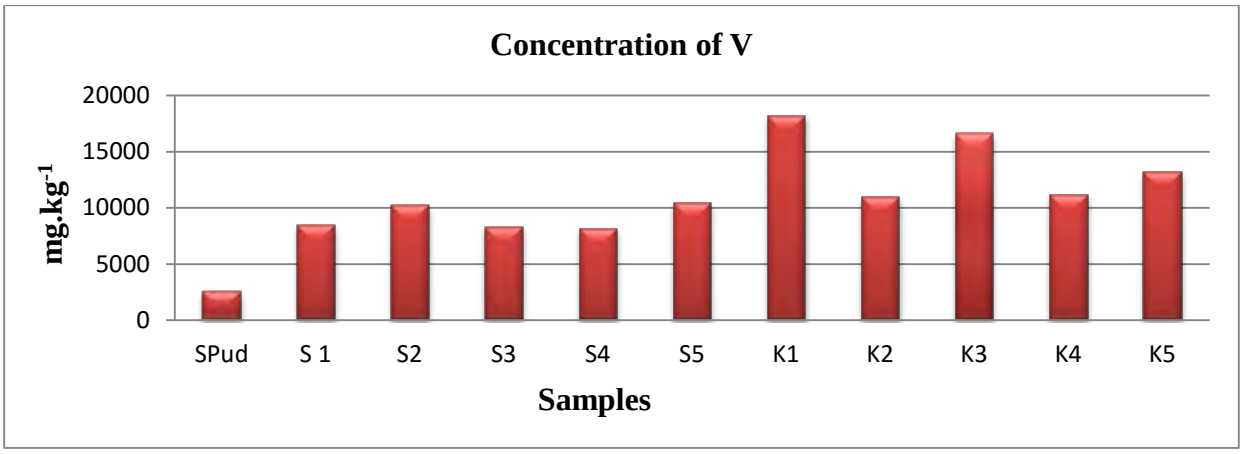


Figure 10. Concentration of V in the studied samples

The highest concentration of vanadium (18291 mg.kg^{-1}) was recorded in the sample of drill cutting taken from (500 m) depth. In this figure, we note that the high concentrations of vanadium were in drill cutting samples. This is resulted from rock cuttings (natural orijin). No values recorded in the other studies.

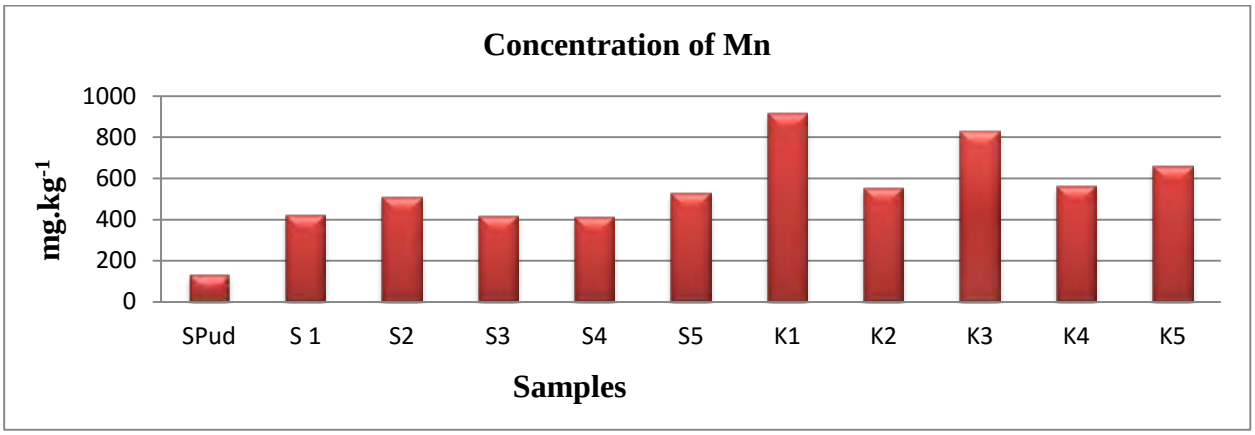


Figure 11. Concentration of Mn in the studied samples

The highest concentration of manganese (914 mg.kg^{-1}) was in the sample of drill cutting (500 m) in compared whith Mn concentration in AZ Zubair oil field, Irak range of 28.2–261 mg.kg^{-1}, while its concentration in soil around International Hatay Airport range of 0 -19 mg.kg^{-1} and range of 0.150–0.620 mg.kg^{-1} in Ewan and Dibi offshore oil wells.

Table 2. showing the average values of heavy metals concentrations in both of drilling mud and drill cutting samples in the present study.

Table 2. Average values of heavy metals concentrations

Metal	Drilling mud samples ($mg.kg^{-1}$)	Drill cutting samples ($mg.kg^{-1}$)
Iron (Fe)	11397.16	14437
Copalt (Co)	5.19	14.516
Copper (Cu)	48.618	33.22
Nickel (Ni)	18.66	37.76
Vanadium (V)	8042.166	14093.41
Chromium (Cr)	21.35	38.96
Barium (Ba)	1958.5	5367
Cadmium (Cd)	23.366	0.9688
Lead (Pb)	1944.17	7032.66
Manganese (Mn)	402.16	704.6
Arsenic (As)	8.8732	0.8608

CONCLUSION

Oil exploration and production operations increase the ratio of heavy metals in environment, especially in soils and places that use for disposed. In present study there are some of heavy metals in eleven samples (6 drilling mud and 5 dril cuttings) taken from different depths of an oil exploration well located in Adiyaman. The results of study shows the following;

1. The concentrations of investigated heavy metals follow the order Fe > V > Ba > Pb > Mn > Cu > Cd > Cr > Ni >As > Co in drilling mud samples and the order Fe >V > Pb > Mn > Cr > Ni > Cu > Co > Cd >As in drill cttings samples.
2. The results show that all samples were highly contaminated with Cd, Pb, Ba and V, that make a serious risk for organisms life, and uncontamination with other metals.
3. Barium is found in barite or barium sulfate used to increas the density of mud. Lead, Vanadium and cadmium not found in mud additives, but maybe occur from the formation or other materials thate be used in drilling operation for example pipe dope. Pipe dope generaly has high concentrations of lead, zinc and copper.

According to these results, through drilling process to explore and produce oil, there are a lot of wastes (fluid and solid) resulted from this process. These wastes need to a good treatment and getting rid of it by safty methods to prevent environment pollution especıally soil by heavy metals that contain.

REFERENCES

[1] Mulyono, M., Desrina, R., Priatna, R., Sudewo, B., & Sawolo, M. (1996). Heavy metals in water base drilling muds used in several locations of oil fields in Indonesia. In SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference. Society of Petroleum Engineers.

[2] Zhang, A., Li, M., Lv, P., Zhu, X., Zhao, L., & Zhang, X. (2016). Disposal and reuse of drilling solid waste from a massive gas field. Procedia Environmental Sciences, 31, 577-581.

[3] Ware, K. D. (1993). Heavy metals and the petroleum industry. Master's thesis (No. AD-A-259639/3/XAB). Texas Univ., Austin, TX (United States).

[4] Dhiman, A. S. (2012). Rheological properties & corrosion characteristics of drilling mud additives. Halifax: Dalhousie University.

[5] Mikos-Szymańska, M., Rusek, P., Borowik, K., Rolewicz, M., Bogusz, P., & Gluzińska, J. (2018). Characterization of drilling waste from shale gas exploration in Central and Eastern Poland. Environmental Science and Pollution Research, 25(36), 35990-36001.

[6] Nelik, L., & Brennan, J. (2013). Gulf Pump Guides: Progressing Cavity Pumps, Downhole Pumps and Mudmotors. Elsevier.

[7] Amin, S. A., Al-Obiady, A. H. M., Alani, R. R., & Al-Mashhady, A. A. (2018). Assessment of Some Heavy Metal Concentrations in Drilling Mud samples in Az Zubair Oil Field, Basra, Iraq. Engineering and Technology Journal, 36(1 Part (B) Scientific), 68-75.

[8] Ozkan, A., & Uygur, V. (2019). Determınatıon Of Heavy Metal Concentratıons In Agrıcultural Lands Of Amık Plaın Wıth Mp-Aes. Fresenıus Envıronmental Bulletın, 28(1), 416-425.

[9] Abduriyim, A., & Kitawaki, H. (2006). Applications of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) to gemology. Gems and Gemology, 42(2), 98.

[10] Zinkutė, R., Taraškevičius, R., Jankauskaitė, M., & Stankevičius, Ž. (2017). Methodological alternatives for calculation of enrichment factors used for assessment of topsoil contamination. Journal of soils and sediments, 17(2), 440-452.

[11] Salah, E. A. M., Zaidan, T. A., & Al-Rawi, A. S. (2012). Assessment of heavy metals pollution in the sediments of Euphrates River, Iraq. Journal of Water Resource and Protection, 4(12), 1009-1023.

[12] Loska, K., Cebula, J., Pelczar, J., Wiechuła, D., & Kwapuliński, J. (1997). Use of enrichment, and contamination factors together with geoaccumulation indexes to evaluate the content of Cd, Cu, and Ni in the Rybnik water reservoir in Poland. Water, Air, and Soil Pollution, 93(1-4), 347-365.

[13] Aikpokpodion, P. E., Lajide, L., & Aiyesanmi, A. F. (2010). Heavy metals contamination in fungicide treated cocoa plantations in Cross River state, Nigeria. J. Agr. Environ. Sci, 8, 268-274.

[14] Sana'al Odat. (2013). Calculating Pollution Indices of Heavy Metal along Irbid/Zarqa Highway-Jordan. International journal of Applied Science and Technology, 3(8).

[15] Mmolawa, K. B., Likuku, A. S., & Gaboutloeloe, G. K. (2011). Assessment of heavy metal pollution in soils along major roadside areas in Botswana. African Journal of Environmental Science and Technology, 5(3), 186-196.

[16] Nowrouzi, M., & Pourkhabbaz, A. (2014). Application of geoaccumulation index and enrichment factor for assessing metal contamination in the sediments of Hara Biosphere Reserve, Iran. Chemical Speciation & Bioavailability, 26(2), 99-105.

[17] Sabo, A., Gani, A. M., & Ibrahim, A. Q. (2013). Pollution status of heavy metals in water and bottom sediment of River Delimi in Jos, Nigeria. American Journal of Environmental Protection, 1(3), 47-53.

[18] Martin, J. M., & Meybeck, M. (1979). Elemental mass-balance of material carried by major world rivers. Marine chemistry, 7(3), 173-206.

[19] Iqbal, J., Saleem, M., & Shah, M. H. (2016). Spatial distribution, environmental assessment and source identification of metals content in surface sediments of freshwater reservoir, Pakistan. Chemie der Erde-Geochemistry, 76(1), 171-177.

[20] Muller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. Geojournal, 2, 108-118.

[21] Zhiyuan, W., Dengfeng, W., Huiping, Z., & Zhiping, Q. I. (2011). Assessment of soil heavy metal pollution with principal component analysis and geoaccumulation index. Procedia Environmental Sciences, 10, 1946-1952.

[22] Alamgir, M., Islam, M., Hossain, N., Kibria, M. G., & Rahman, M. M. (2015). Assessment of heavy metal contamination in urban soils of Chittagong City, Bangladesh. Int J Plant & Soil Sci, 7(6), 362-372.

[23] Rabee, A. M., Al-Fatlawy, Y. F., & Nameer, M. (2011). Using Pollution Load Index (PLI) and geoaccumulation index (I-Geo) for the assessment of heavy metals pollution in Tigris river sediment in Baghdad Region. Al-Nahrain Journal of Science, 14(4), 108-114.

[24] Özkan, A., Özkan, V., Sungur, Ş., & Birses, H. (2017). Heavy metal pollution around international hatay airport. Natural and Engineering Sciences, 2(1), 18-24.

[25] Adewole, G. M., Adewale, T. M., & Ufuoma, E. (2010). Environmental aspect of oil and water-based drilling muds and cuttings from Dibi and Ewan off-shore wells in the Niger Delta, Nigeria Gbadebo M. Adewole, Taiwo M. Adewale and Eughele U. African Journal of Environmental Science and Technology, 4(5).

COMPARISON OF MOLECULAR IMPRINTED NANOSENSORS FOR DETERMINATION OF TOBRAMYCIN WITH OTHER ANALYTICAL METHODS

Mehmet Lütfi YOLA[1], Nuran ÖZALTIN[2], Ahmed ELİLYAS[3], Abdullah ÖZKAN[3], Vildan ÖZKAN[3]

[1]Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Iskenderun Technical University, Hatay, Turkey

[2]Department of Analytical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Hacettepe University,Ankara, Turkey

[3]Faculty of Engineering and Natural Sciences, Iskenderun Technical University, Hatay, Turkey

ABSTRACT

Tobramycin (TOB) is aminoglycoside antibiotics which compose of two or more amino-sugars linked by glycosidic bonds to an aminocyclitol named 2-desoxystreptamine. However, the use of large amount may cause the effects of totoxicity and nephrotoxicity. Hence, the monitoring of the drug in patients is important. Over the past two decades, molecular imprinted polymers have attracted a broad interest from scientists in sensor development. In the preparation of molecular imprinted polymers, the desired molecule (template) induces the creation of specific recognition sites in the polymer. In this study, the molecular imprinted nanosensors were compared with the other methods and techniques for the determination of TOB in the literature.

Keywords: Tobramycin, Molecular imprinted sensors, Quartz crystal microbalance, Electrochemistry

1. INTRODUCTION

TOB is an aminoglycoside antibiotics agent. The aminoglycoside drugs are used to treat the infections caused by aerobic Gram-negative and some Gram-positive microorganisms (Yola vd., 2014:318). Various analytical methods such as chromatography have been developed for determination of aminoglycoside antibiotics including thin-layer chromatography, gas chromatography and liquid chromatography. But these methods have some disadvantages such as large material consumption and expensive equipment. Hence, it needs sensitive and reliable analytical methods to qualitatively and quantitatively determine tobramycin in foods.

In recent years, one of the most efficient approaches is the using of the modified electrodes prepared with molecularly imprinted technology (MIT) that promises to produce recognition elements for sensors. MIT has widely been used as sensitive components in chemical/biological sensors for many compounds because it provides advantages in the construction of the sensor including low cost, simplicity, mechanical/chemical stability, reliability and a wide choice of templates and functional polymer (Figure 1).

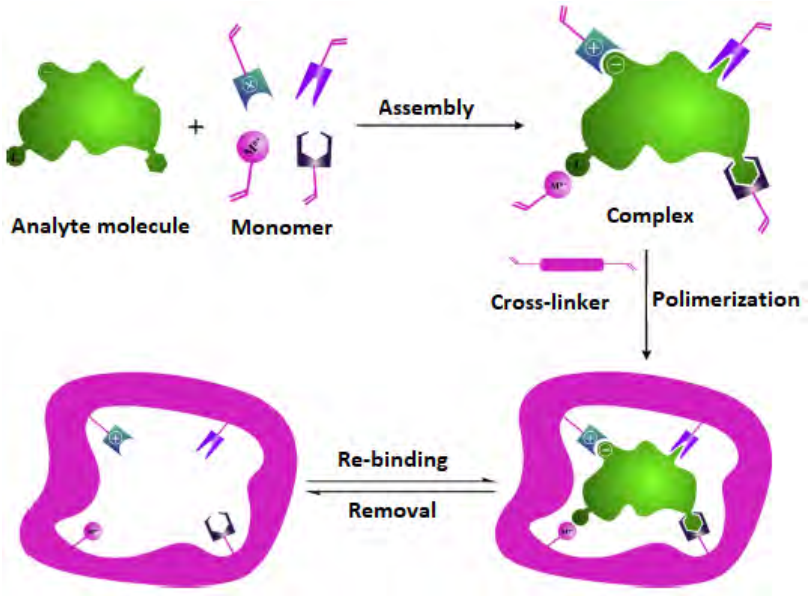


Fig. 1. The preparation of molecular imprinted polymers (Yola and Atar, 2017:13)

1.1. Novel analytical methods for determination of tobramycin

Glassy carbon electrode (GCE) based on molecularly imprinted polypyrrole (PPy) was fabricated for the determination of TOB. The developed electrode was prepared by incorporation of a template molecule (TOB) during the electropolymerization of pyrrole on GCE in aqueous solution using cyclic voltammetry (CV) method. The linearity range of TOB was 5.0×10^{-10} – 1.0×10^{-8} M with the detection limit of 1.4×10^{-10} M. The developed nanosensor was applied successfully for the determination of TOB in egg and milk (Gupta vd., 2013:37).

In addition, we developed quartz crystal microbalance (QCM) nanosensor for the real-time detection of TOB (Figure 2). Firstly, the modification of gold surface of QCM chip was performed by self-assembling monolayer formation of allyl mercaptane to introduce polymerizable double bonds on the chip surface. Then, TOB imprinted poly(2-hydroxy ethyl methacrylate–methacryloylamidoglutamicacid) [p(HEMA–MAGA)] film was generated on the gold surface. The proposed method was validated according to the ICH guideline. The linearity range and the detection limit were obtained as 1.7×10^{-11} – 1.5×10^{-10} M and 5.7×10^{-12} M, respectively. The developed method was applied to pharmaceuticals, and food samples such as chicken egg white ana milk extract (Yola vd., 2014:318).

A novel voltammetric sensor was developed for the determination of tobramycin by combining the excellent electronic conductivity of reduced graphene oxide (rGO) and the signal amplification properties of graphene oxide (GO). Compared with glassy carbon (GC), rGO-modified GC, and GO-modified GC electrodes, rGO/GO hybrid-modified GC electrode exhibited higher electrocatalytic activity toward the tobramycin electro-oxidation, with a more well-defined peak shape. The electro-oxidation peak current was found to be proportional to the tobramycin concentration in two ranges of 7.0–50.0 and 50.0–900.0 μM, with a detection limit of 2.0 μM (Hadi vd., 2019:291).

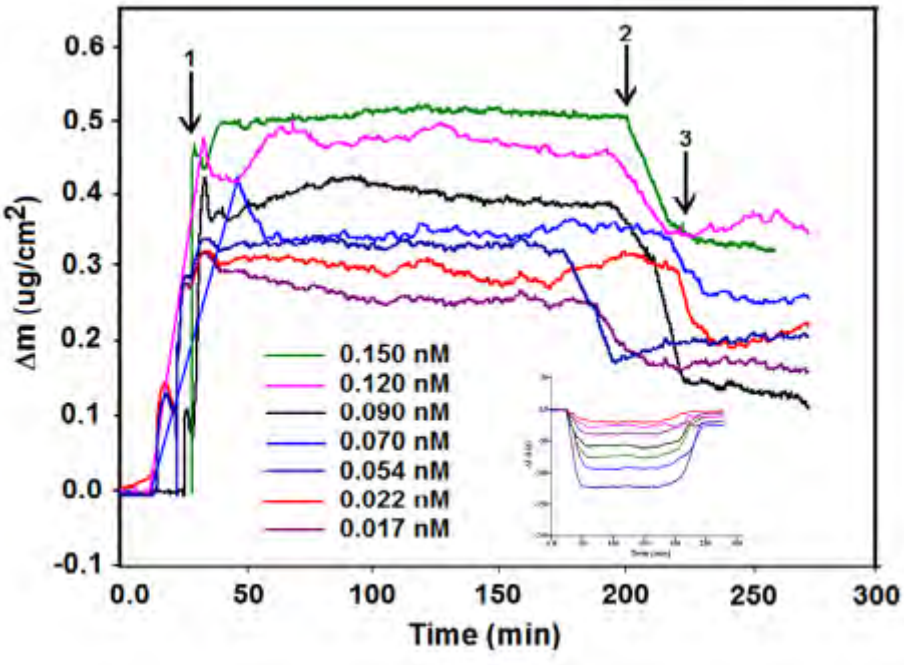


Fig. 2. Effect of concentration on QCM response of TOB imprinted nanosensor: (1) adsorption, (2) desorption ana (3) regeneration

Colorimetric aptasensors were designed for detection of tobramycin (TOB) based on unmodified gold nanoparticles (AuNPs) and single-strand DNA (ssDNA). In the absence of TOB, the DNA aptamer was coated on the surface of AuNPs to keep it against salt-induced aggregation. In the presence of TOB, aptamer will bind with TOB and detach from the surface of AuNPs because of higher affinities between aptamer and TOB. The linearity range and the detection limit were 40–200 nM and 23.3 nM respectively (Ma vd., 2018:98).

A sample pre-treatment method based on a dynamic mixed matrix membrane tip extraction followed by capillary electrophoresis with contactless conductivity detection (CE-C^4D) was evaluated for the determination of tobramycin in human plasma. The extraction tip device consisted of a cellulose triacetate membrane tip wall immobilised with 15% (w/w) of hydrophilic lipophilic balance (HLB) nanoparticles as adsorbent. The developed approach was successfully demonstrated for the quantification of tobramycin in human plasma samples (Mukhtar vd., 2018:184).

A novel bimetallic cerium/copper-based metal organic framework (Ce/Cu-MOF) and its derivatives pyrolyzed at different temperatures, followed by exploiting them as the scaffold of electrochemical aptamer sensors for extremely sensitive detection of trace tobramycin (TOB) in human serum and milk was reported. By comparing the electrochemical biosensing peroformances using on the Ce/Cu-MOF- and the series of CeO_2/CuO_x@mC-based aptasensors, the constructed CeO_2/CuO_x@mC_{900}-based (calcinated at 900 °C) aptasensor exhibits an extremely low detection limit of 2.0 fg mL^{-1} within a broad linear TOB concentration range from 0.01 pg mL^{-1} to 10 ng mg L^{-1}. Fabricated aptasensing approach based on bimetallic CeO_2/CuO_x@mC has a considerable potential for the quantitative detection of antibiotics in the food safety and biomedical field (Wang vd., 2019:150).

A series of nanocomposites comprised of homogeneous mesoporous carbon nanospheres embedded with SnOx (x = 0, 1, or 2) and TiO2 nanocrystals using bovine serum albumin (BSA) as template followed by calcinated at different temperatures (300, 500, 700, and 900 °C) were prepared, and were denoted as SnOx@TiO2@mC. Then a novel electrochemical biosensing strategy for detecting tobramycin (TOB) based on the nanocomposites was constructed. The dynamic detection range for TOB ranged from 0.01 ng mL^{-1} to 5 ng mL^{-1}. The LOD was calculated as 6.7 pg mL^{-1} at a signal-to-noise ratio (Wang vd., 2018:176).

An RNA aptamer is proposed as a recognition element for the detection of tobramycin in human serum. A displacement assay was developed using faradaic-electrochemical impedance spectroscopy (F-EIS) as a detection technique. Two modified aptamers, a partially (ATA) and a fully O-methylated aptamer (FATA) were evaluated and compared. A linear range between 3 µM and 72.1 µM was obtained, which included the therapeutic range of the antibiotic (Fernandez vd., 2011:2354).

A simple and sensitive high-performance liquid chromatographic (HPLC) method is established for the trace determination of tobramycin in human plasma by derivatization. The method is based on the chemical derivatization of aminoglycoside antibiotic, tobramycin in human plasma, with 1-naphthyl isothiocyanate (NITC) in pyridine at 70 °C. The linear range for the quantitation of tobramycin in spiked plasma was over 0.93–9.34 mg/l; the detection limit (signal-to-noise ratio=3; injection volume, 10 µl) was about 0.23 mg/l (Feng vd., 2002:349).

1.2. Comparison of molecular imprinted nanosensors with other analytical methods

In this review, the molecular imprinted electrochemical sensor with high selectivity was prepared in the literature. The obtained selectivity is better in comparison with other electrodes. The nanocomposite was prepared by hydrothermal treatment. According to the results, minimal waste formation in preparation of nanocomposite is obtained and the cheaper, eco-friendly and highly efficient nanomaterial was obtained in comparison with multi-walled carbon nanotubes and graphene oxide. Gas chromatography and solid phase micro extraction methods were developed for the determination of TOB. However, there are many negative situations such as material consumption, complexity and expensiveness in these methods. In addition, the expensive electrodes including troublesome cleaning such as gold were used for formation of molecular imprinting polymer. Finally, MIP based electrodes shows more sensitivity in comparison with the other analytical methods.

CONCLUSION

This review suggests the novel detection methods for TOB. Especially, the molecularly imprinting electrochemical sensors based on nanomaterials have been recently gained significant attention. These electrochemical sensors based on polymer and nanomaterials have highly selectivity, sensitivity and good stability for real samples analysis. In this review, the crucial applications in novel methods have been discussed. In the near future, more molecular imprinted sensor applications based on novel nanocomposites will be presented.

REFERENCES

Fernandez, E.G., Alvarez, N.S., Castanon, M.J., Ordieres, and A.J.M., Blanco, P.T. (2011). "Impedimetric aptasensor for tobramycin detection in human serum", Biosensors and Bioelectronics, 26:2354-2360

Feng, C.H., Lin, S.J., Wu, H.L., and Chen, S.H. (2002)."Trace analysis of tobramycin in human plasma by derivatization and high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection", 780:349-354

Gupta, V. K., Yola, M. L., Özaltın, N., Atar, N., Üstündağ, Z. and Uzun, L. (2013). "Molecular imprinted polypyrrole modified glassy carbon electrode for the determination of tobramycin", Electrochimica Acta, 112:37-43

Hadi, M., and Mollaei, T. (2019). "Reduced graphene oxide/graphene oxide hybrid-modified electrode for electrochemical sensing of tobramycin", Chemical Papers, 73:291-299

Ma, Q., Wang, Y., Jia, J., and Xiang, Y. (2018). "Colorimetric aptasensors for determination of tobramycin in milk and chicken eggs based on DNA and gold nanoparticles", Food Chemistry, 249:98-103

Mukhtar, N. H., Mamat, N. A., and See, H. H. (2018). "Monitoring of tobramycin in human plasma via mixed matrix membrane extraction prior to capillary electrophoresis with contactless conductivity detection", Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 158:184-188

Wang, M., Hu, B., Yang, C., Zhang, Z., He, L., Fang, S., and Qu, X. (2018). "Electrochemical biosensing based on protein-directed carbon nanospheres embedded with SnOx and TiO2 nanocrystals for sensitive detection of tobramycin", Biosensors and Bioelectronics 99:176–185

Wang, S., Li, Z., Duan, F., Hu, B., and He, L. (2019). "Bimetallic cerium/copper organic framework-derived cerium and copper oxides embedded by mesoporous carbon: Label-free aptasensor for ultrasensitive tobramycin detection", Analytica Chimica Acta, 1047:150-162

Yola, M. L., and Atar, N. (2017). "A Review: Molecularly imprinted electrochemical sensors for determination of biomolecules/drug". Current Analytical Chemistry, 13(1):13-17

Yola, M. L., Uzun, L., Özaltın, N., and Denizli, A. (2014). "Development of molecular imprinted nanosensor for determination of tobramycin in pharmaceuticals and foods", Talanta, 120:318-324

BİTKİ ÖZÜTÜNDE BULUNAN POLİFENOL MİKTARININ GRAFEN OKSİTİN İNDİRGENMESİNE ETKİSİ

Dr. Nurşah KÜTÜK[1], Dr. Filiz BORAN[2], Prof. Dr. Sevil ÇETİNKAYA[1*]

[1] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas/Türkiye

[2] Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Çorum/Türkiye

Özet

Bu çalışmada, daha önce Hummers yöntemiyle sentezlenmiş olan, grafen oksitten (GO) farklı derişimlerde siyah çay özütü kullanılarak indirgenmiş grafen oksitler (RGOs) elde edildi. 5, 10, 20 ve 40 mg/mL derişimlerinde hazırlanan siyah çay özütlerinin polifenol miktarları Folin-Cioceltau yöntemi ile hesaplandı. Farklı polifenol miktarlarına sahip bu özütler ile GO'in indirgenmesi oda sıcaklığında, 1 saat karşıtıma ile gerçekleştirildi. Hazırlanan indirgenmiş grafen oksit (RGO) örneklerinin XRD ve FTIR analiz teknikleri ile özellikleri incelendi. Elde edilen sonuçlardan indirgeyici ajanın polifenol miktarının sentezlenen RGO'ların yapısal özelliklerini etkilediği, en iyi indirrgenmenin 40 mg/mL çay özütü ile gerçekleştiği gözlendi.

Anahtar Kelimeler: Polifenol, Grafen Oksit, İndirgenmiş Grafen Oksit, Yeşil Sentez

1. GİRİŞ

Grafen iki boyutlu, geniş yüzey alanına sahip, mükemmel elektrik ve ısı iletkenliği olan, mekanik dayanımı yüksek grafitin tek bir tabakasından oluşan bir malzeme olarak bilinir[1]. Grafenin dezavantajlarından birisi hidrofobik özellikte ve topaklanmaya meyilli olmasıdır. Topaklanmayı önlemek için pek çok yöntemle grafenin GO ve RGO gibi fonksiyonlu hale gelmesi kullanımı açısından kolaylıklar sağlamaktadır. Genellikle grafenin elde edilmesinde ilk aşama GO'in kimyasal indirgenmesiyle RGO'in hazırlanmasıdır. Bunun için şimdiye kadar epitaksiyel büyütme, kimyasal buhar birikimi, grafitin mikromekanik[2], solvotermal indirgeme ve mikrodalga ışınlama[3], termal genişleme[4] gibi yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerde çoğunlukla Hidrazin (N_2H_4), Sodyum Bor Hidrür ($NaBH_4$) gibi insan sağlığına ve çevreye çok zararlı kimyasallar kullanılır. Ancak, son zamanlarda toksik olmayan çevreci bir yöntem olan yeşil sentez, çözülebilir grafenin hazırlanması için, araştırmacıların dikkatini çeken yöntemlerden biri olmuştur[5]. Bu metotta genellikle bitki özütleri, vitamin, amino ve organik asitler kullanılmaktadır. Bu yöntemle hem insan sağlığına zarar vermeyen ajanlar kullanılmış, hem de biyo-uyumlu RGO sentezlendiği rapor edilmiştir [6-8]. Bitkisel yöntemde özütlerin içerdiği polifenol GO yüzeyinden oksijen içeren grupları alarak indirger. Bu yöntem kolay ve düşük maliyetli olmasından dolayı da tercih edilmektedir[6,9]. Ayrıca, bu doğal indirgeyici ürünler RGO'nun aglomerasyonunun önlenmesi ve kısmi hidrofilik karakterinin korunması açısından da önemlidir[10].

Bu çalışmada daha önceden Hummers yöntemiyle sentezlenmiş olan GO kullanıldı. Siyah çayın farklı derişimlerde hazırlanan özütleri ile RGOs hazırlandı. Hazırlanan numunelerin özellikleri XRD ve FTIR analiz teknikleri ile incelendi.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyaller

Siyah çay özütleri marketlerden temin edilen geleneksel Türk çayından elde edildi. Bu özütlerin toplam fenolik madde miktarı tayin deneyi için Folin-Ciocelteau reaktifi Carlo Erba, gallik asit ($C_7H_6O_5$) ve sodyum karbonat (Na_2CO_3) Sigma-Aldrich, etanol (C_2H_5OH) Tekkim firmalarından temin edildiği şekliyle kullanıldı.

2.2 Yöntem

2.2.1 Bitki özütlerinin hazırlanması

Siyah çayın 0.5, 1 ,2 ve 4 gramı 70 ºC'de sıcaklıktaki 100 mL distile suda 30 dk demlenerek hazırlandı. Daha sonra süzülerek siyah çay özütleri elde edildi. Özütler bu şekliyle kullanıldı.

2.2.1.1 Folin-Ciocelteau yöntemiyle toplam fenolik asit tayini

Bu çalışmada özütlerin içerdiği polifenol miktarını belirlemek için Folin Ciocelteau yöntemi kullanıldı. Bu yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocelteau ayıracını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Özütün 1 mL'si ile 10 mL aşırı doymuş sodyum karbonat çözeltisi 100 mL'lik bir balonda oda sıcaklığında karıştırıldı. Üzerine 5 mL Folin-Ciocelteau eklendi ve 5 dk karıştırıldı. Daha sonra 100 mL'ya kadar distile suyla çözelti tamamlandı[11]. Elde edilen çözelti 1 saat karanlık ortamda bekletildi. Folin ayıracı ile muamele edildikten sonra oluşacak mavi renk, spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda referansa karşı okundu. Örnekte ölçülecek absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğriden elde edilen denklemden "mg gallik asit/L" cinsinden hesaplandı[12].

2.2.2 Yeşil sentez yöntemi ile indirgenmiş grafen oksitin hazırlanması

İndirgenmiş grafen oksit, yeşil sentez yöntemi ile, siyah çay özütü kullanılarak hazırlandı. RGO hazırlama işleminde Şekil 1'de görülen (MTOPS marka) geri soğutuculu sepetli karıştırıcı kullanıldı.



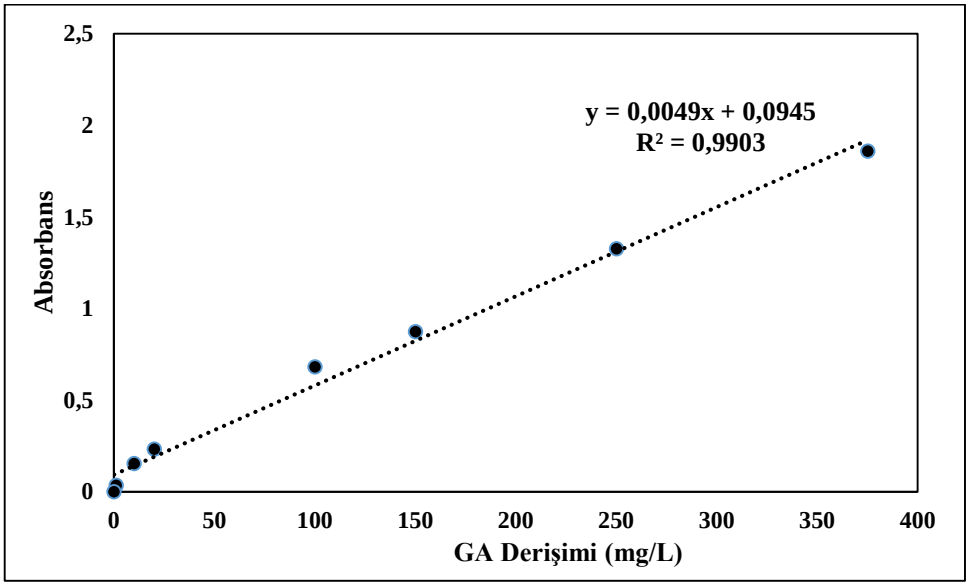
Şekil 1 GO'yu indirgeme çalışmalarında kullanılan geri soğutuculu sepetli karıştırıcı

Farklı derişimlerde hazırlanan (5, 10, 20, 40 mg/mL) siyah çay özütlerinden 50'şer mL alınarak üzerine 50 mg, daha önce sentezlenmiş, GO eklenip (1 mg/mL) [2] ultrasonik su banyosunda oda sıcaklığında homojen olana kadar 1 saat bekletildi. Sonikasyon işlemi bittikten sonra süspansiyon üzerine 50 mL siyah çay özütü eklenerek oda sıcaklığında 1 saat 400 rpm de karıştırıldıktan sonra santrifüjlenerek elde edilen çökelti 60 ºC' de 24 saat kurutuldu.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Farklı derişimlerdeki siyah çay özütlerinin polifenol miktarlarının hesaplanması

Farklı derişimlerde hazırlanan siyah çay özütlerindeki toplam fenolik asit miktarına eşdeğer Gallik Asit (GA) miktarının kantitatif ölçümlerini gerçekleştirmek amacıyla GA'nın etanolde farklı derişimlerde (1, 10, 20, 100, 250 ve 375 mg/L) hazırlanan çözeltilerinin 720 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı. Her bir derişime karşılık absorbans verisine dayanarak hazırlanan, R^2 değeri 0.9903 olan, kalibrasyon doğrusu Şekil 2'de verildi.



Şekil 2 Farklı derişimlerde hazırlanan gallik asit derişimine karşı absorbans grafiği

Şekildeki kalibrasyon doğrusundan elde edilen denklem (Eşitlik 1) GA miktarına eşdeğer toplam fenolik asit miktarının hesabında kullanıldı.

$y=0.0049x+0.0945$ (1)

(y=absorbans; x= toplam fenolik asit derişimi)

Farklı derişimlerde hazırlanan siyah çay özütlerinin polifenol miktarı eşitlik (1)'den hesaplanarak Çizelge 1'de verildi. Çizelgeden siyah çay özütü arttıkça polifenol içeriğinin de doğru orantılı arttığı gözlendi.

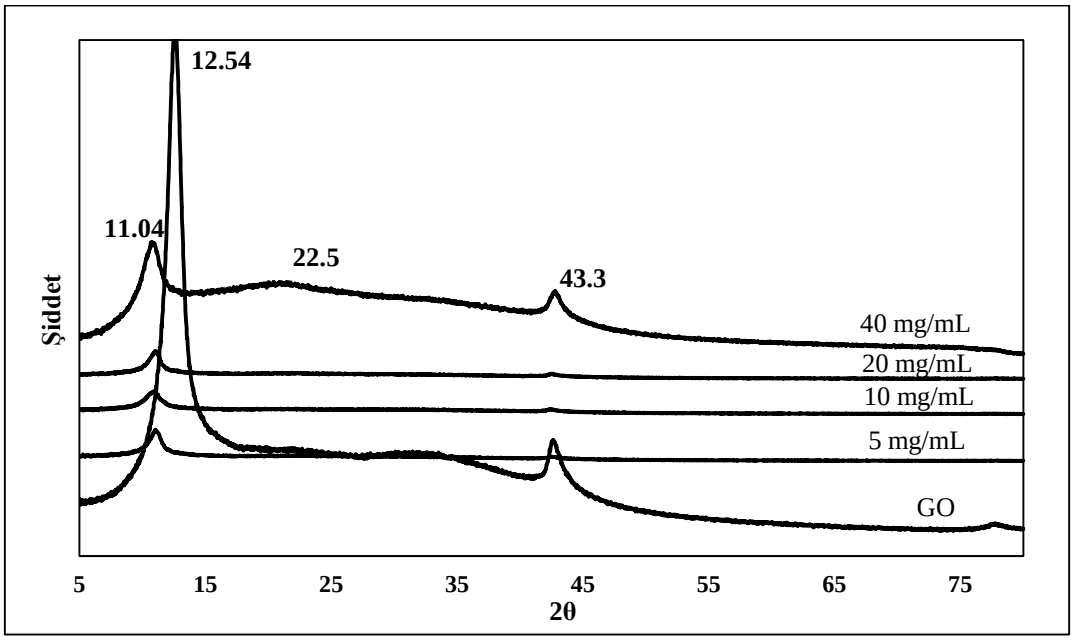
Çizelge 1. Farklı derişimlerdeki siyah çay özütlerinin fenolik madde miktarları

Siyah çay özüt derişimi (mg/mL)	Fenolik madde miktarı (mg/mL)
5	0.009
10	0.012
20	0.047
40	0.112

3.2 XRD

İndirgenmiş grafen oksiti hazırlamak için 5, 10, 20 ve 40 mg/mL derişimlerinde hazırlanan siyah çay özütleri kullanıldı. Bu özütler ile daha önce hazırlanan GO'lar oda sıcaklığında 1 saat karıştırılarak RGO'lar elde edildi. Şekil 3 farklı derişimlerde siyah çay özütleri ile hazırlanan RGOs'ın XRD spektrumunu göstermektedir. Şekilden siyah çay derişimi (40 mg/mL) en yüksek olan örneğin $2\theta=22.5^{o}$'de geniş bir RGO piki verdiği gözlendi. Bu pik için tabakalar arası mesafe, Bragg yasasına göre $\lambda=2d\sin\theta$ formülünden, $2\theta=22.5^{o}$ iken 0.394 nm olarak hesaplandı. Bu değerin saf grafitin d boşluk değerine (0.337 nm) çok yakın olduğu gözlendi. Bunun

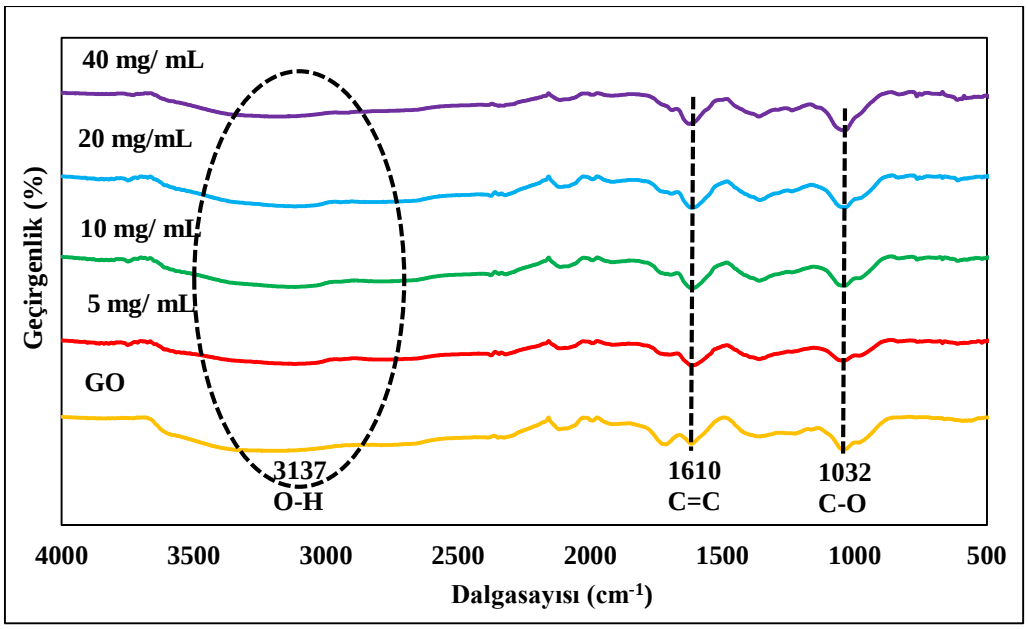
nedeni indirgemeden sonra RGO düzlemi üzerindeki grafit mikrokristallerin oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir[6]. 20, 10 ve 5 mg/mL derişime sahip siyah çay özütleriyle sentezlenen örneklerin de 2θ=11.04º civarında küçük bir GO piki verdikleri ancak, RGO'ya ait karakteristik pikin bulunmadığı da şekilden görülmektedir. 2θ=43.3º'de görülen düşük şiddetteki pik ise grafen kristal düzlem yapısına işaret eder. Bu pikin 40 mg/mL derişimindeki siyah çay özütü ile hazırlanan RGO'nun spektrumu için belirgin, diğerlerinde ise çok küçük olduğu (Şekil 3) görüldü [6,8].



Şekil 3. Farklı derişimlerde siyah çay özütleri ile hazırlanan RGO'nun XRD spektrumu

3.3 FTIR

Şekil 4 farklı derişmlerde siyah çay özütü kullanılarak hazırlanan RGOs'ın FTIR spektrumunu göstermektedir. Şekilde bütün numuneler için gözlenen 3137 cm^{-1}'deki geniş pik O-H gerilme titreşimlerine aittir. Hidroksil grubunun en yoğun şekilde gözlendiği geniş pik 3000-3600 cm^{-1} aralığındadır. Yaklaşık 1610 cm^{-1}'de bulunan pik C=C grafen tabakasının (oksitlenmemiş grafit de içerebilir) iskelet titreşimini ifade eder. 1032 cm^{-1}'de bulunan pik ise alkoksi C-O gerilme (karbonil grubu) titreşimine aittir [8]. Şekilden siyah çay özüt derişimi dolayısıyla polifenol miktarı arttıkça hzrılanan RGOs'ın 1032 ve 1610 cm^{-1}'deki (C=C) pik şiddetlerinin arttığı görülmektedir. Bu durumda özüt derişimi arttıkça, içerdiği polifenol miktarı da doğru orantılı olarak arttığından oksijen içeren fonksiyonel grupların giderildiği söylenebilir.



Şekil 4. Farklı derişimlerde siyah çay özütü kullanılarak hazırlanan RGO örneklerinin FTIR spektrumu

SONUÇ

Bu çalışmada farklı derişimlerde siyah çay özütü kullanılarak, yeşil sentez yöntemi ile GO'dan başarılı bir şeklide RGO hazırlandı. Hazırlanan RGO örneklerinin karakteriğzasyonu XRD ve FTIR teknikleri ile yapılarak, siyah çay özütünün içerdiği polifenol miktarının artmasının GO'nun indirgenmesinde etkili olduğu ve siyah çay özüt derişiminin 40 mg/mL olduğu örnekte en iyi indirgemeye ulaşıldığı gözlendi. Buna göre RGO hazırlamak için yeşil sentez yönteminin uygun bir yöntem olduğu ve bitki özütüntedi polifenol (toplam fenolik asit) miktarının artması ile GO'yu indirgeme kapasitesinin arttırıldığı sonucuna varılabilir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından (CÜBAP) M702 nolu proje ile desteklenmiştir.

RERERANSLAR

[1] Haghihi, B., Tabrizi, M., A. (2013). Green-synthesis of reduced graphene oxide nanosheets using rose water and a survey on their characteristics and applications, *The Royal Society of Chemistry*, 3, 13365-13371.

[2] Han, W., Niu, W., Sun, B., Shi, G., Cui, X. (2016), Biofabrication of polyphenols stabilized reduced graphene oxide and its anti-tuberculosis activity, *Journal of Photochemistry and Photobiology, B: Biology*, 165, 305–309.

[3] Hou, D., Liu, Q., Cheng, H., Li, K., Wang, D., Zhang, H. (2016). Chrysanthemum extract assisted green reduction of graphene oxide, *Materials Chemistry and Physics*, 183, 76-82.

[4] Romero, A., Lavin-Lopez, M.,P., Sanchez-Silva, L., Valverde, J., L., Paton-Carrero, A. (2018). Comparative study of different scalable routes to synthesize graphene oxide and reduced graphene oxide, *Materials Chemistry and Physics*, 203, 284-292.

[5] Liu, K., Wang, Y., Li, H., Duan, Y. (2015). A facile one-pot synthesis of starch functionalized graphene asnano-carrier for pH sensitive and starch-mediated drug delivery, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces,* 128, 86–93.

[6] Hou, D., Liu, Q., Cheng, H. Zhang, H., Wang, S., (2017). Green reduction of graphene oxide via Lycium barbarum extract, *Journal of Solid State Chemistry,* 246, 351–356.

[7] Yaragalla, S., Rajendran, R., Jose, J., Almaadeed, M., A., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2016). Preparation and characterization of green graphene using grape seed extract for bioapplications, *Materials Science and Engineering C*, 65, 345–353.

[8] Thakur, S., Karak, N., (2012). Green reduction of graphene oxide by aqueous phytoextracts, *CARBON 50*, 5331 –5339.

[9] Xu, W., Chen, Y., Zhang, W., Li, B. (2018). Fabrication of graphene oxide/bentonite composites with excelent adsorption performances for toluidine blue removal from aqueous solution, *Advanced Powder Technology*, 30, 493-501.

[10] Jana, M., Saha, S., Khanra, P., Murmu, N., C., Srivastava, S., K., Kuila, T., Lee, J., H. (2014). Bio-reduction of graphene oxide using drained water from soakedmung beans (Phaseolus aureus L.) and its application as energy storageelectrode material, *Materials Science and Engineering B*, 186, 33–40.

[11] Cemeroğlu, B. (2010). GIDA ANALİZLERİ, 2. Baskı.

[12] Apaydın, E. (2010). Nar Suyu Konsantresi Üretim Ve Depolama Sürecinde Antioksidan Aktivitedeki Degişimler, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 64s, Ankara.

Atmosferik Basınç Plazma Teknolojisi ile Modifiye Edilmiş Küçükbaş Derilerin İşlentisinde Retenaj Prosesi Atık Su Parametrelerinin Araştırılması

[1]Dr.Öğr.Ü. Safiye Meriç AÇIKEL, [2]Doç.Dr. Meruyert KAYGUSUZ, [3]Prof. Dr. Ahmet ASLAN

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Deri Teknolojisi Programı Büyükçekmece/İSTANBUL

[2]Pamukkale Üniversitesi, Denizli Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Denizli

[3]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Deri Mühendisliği Bölümü, Bornova/İZMİR

Özet

Çalışmada krom krust koyun derilerin yüzeyine öncelikle farklı sürelerde (3, 6, 9 sn/cm2) argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma işlemine tabi tutulmuştur. Ardından plazma uygulanmış derilerin krom retenaj işlemi yapılmıştır. İşlem sonunda deşarj edilen krom retenaj ve ana retenaj atık sularının kirlilik miktarları; KOİ, BOİ, iletkenlik, bulanıklık, pH, tuzluluk, , toplam çözünmüş katı madde miktarı, toplam askıda katı madde miktarı ve krom içeriği analizleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre atmosferik basınç plazma işleminin deri atık su parametrelerinin iyileştirilmesinde etkili bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plazma, Atmosferik Basınç, Deri, Retenaj, Oksijen

1. GİRİŞ

Yeni bir teknoloji olan plazma teknolojisi; sıklıkla maddenin dördüncü hali olarak tanımlanır. Katı maddeler ısıtıldığı zaman ilk olarak sıvıya, daha yüksek sıcaklıkta gaza dönüşür. Eğer gaza daha fazla enerji verilir ise nötr halde olan atomlar elektriği iletmeye başlar. Bu durum, elektronların gaz haldeki molekül veya atomlardan ayrışarak yeterli enerjiyi kazanmasından kaynaklanmaktadır (Acikel etc., 2013; Kaygusuz etc., 2018). Bu yüzden plazma çoğunlukla pozitif yüklü iyonlar, elektronlar ve nötral partiküllerden oluşmaktadır (Aslan etc., 2015; Koizhaiganova etc., 2017). Oluşan reaktif parçacıklar materyalin temel özelliklerini bozmadan yüzeyde yüzey aktivasyonu, temizleme, aşındırma, aşılama, çapraz bağlama şeklinde çeşitli modifikasyonlara sebep olmaktadır (Ghimire etc., Ekezie etc., 2017; Dai etc., 2001; Erden ve Yıldız, 2009). Bu teknoloji günümüzde tekstil endüstrisinde yaygınca kullanılarak su geçirmezlik, hidrofillik karakter, ağartma, boyama, plazma polimerizasyonu, antimikrobiyal özellik, yeni reaktif grupların eklenmesi, adhezyonun arttırılması, çapraz bağlama, sterilizasyon gibi birçok özellik kazandırılmaktadır. Üstelik plazmanın; su gereksinimi olmaması, işlemin gaz fazında gerçekleşmesi, kullanılan kimyasal madde miktarının çok az olması, endüstriyel atığa sebep olmaması, işlemin sadece lif yüzeyinde etkili olması, enerji tasarrufu sağlaması gibi yaş işlemlere göre çeşitli avantajları bulunmaktadır. Ayrıca, diğer plazma basınçlarına nazaran atmosferik basınç plazma uygulamasının sanayi üretime daha uygun ve maliyetinin daha düşük olduğu, plazma yoğunluğuna bağlı olarak işlemin daha homojen ve hızlı yapılması göz ardı edilmeyecek özelliklerdendir (Kang etc.,

2004; Kang and Sarmadi, 2004; Karahan, 2007). Çalışmada krom krust koyun derilerin yüzeyine öncelikle farklı sürelerde (3, 6, 9 sn/cm2) argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma işlemine tabi tutulmuştur. Ardından plazma uygulanmış derilerin krom retenaj işlemi yapılmıştır. İşlem sonunda deşarj edilen krom retenaj ve ana retenaj atık sularının kirlilik miktarları; KOİ, BOİ, iletkenlik, bulanıklık, pH, tuzluluk, , toplam çözünmüş katı madde miktarı, askıda katı madde miktarı ve krom içeriği analizleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre atmosferik basınç plazma işleminin deri atık su parametrelerinin iyileştirilmesinde etkili bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

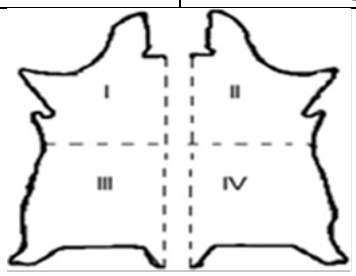
12 Adet krom krust koyun derisi Çorlu Organize Deri Sanayi bölgesindeki bir firmadan temin edilmiştir. Derilerin retenaj işlentisinde; Farben shine forel HT noniyonik tensed olarak, Tan Krom AB krom taneni olarak, Alpine MX reçine taneni olarak, Farben Retan N fenolik sintan olarak, bitkisel tanen olarak, Alpine Soft TK sentetik yağlama maddesi olarak, Farben Shine Grossöl 55 olarak fosforik ester içerikli yağlama maddesi olarak ve Alpine Soft SB sulfite balık yağı olarak kullanılmıştır.

2.2. Metot

Atmosferik basınç plazma işleminin homojen bir biçimde uygulanması için kromla tabaklanmış koyun derileri sırt çizgisinden karşılıklı olarak 20x30 cm2 boyutlarında kesilmiştir (Şekil 1.). Tablo 1. de verilen deneme desenine göre her bir grup için simetriği ile birlikte 6'şar adet deri kesilmiştir.

Tablo 1. Deri Örnek Deseni

Örnek Grupları	
0 sn/cm2	0-1 0-2 0-3
3 sn/cm2	3-1 3-2 3-3
6 sn/cm2	6-1 6-2 6-3
9 sn/cm2	9-1 9-2 9-3

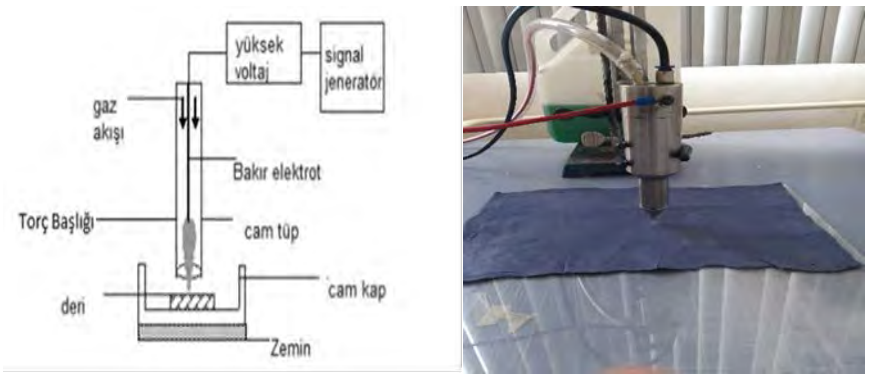


Şekil 1. Derilerin Kesiminin Şematik Gösterimi

Deri gruplarına plazma uygulamasının gerçekleştirilmesinden önce numune derilerde derinin cilt yapısına zarar vermeyecek en ideal işlem parametreleri tespit edilmiştir. Aşağıdaki tablo 2.'de bu parametreler verilmiş olup derilerin yüzeyine aşağıdaki parametrelerde argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma işlemi yapılmıştır. Şekil 2'de gösterilen atmosferik basınç plazma cihazında; deriler kronometre eşliğinde farklı sürelerde (0, 3, 6 ve 9 sn/cm2) plazma işlemine tabi tutulmuştur

Tablo 2. Plazma İşleminde Kullanılan Parametreler

Parametre	
Uygulanan Gaz	Argon
Plazmanın Deriye Olan Uzaklığı	1 cm
İşlem Süreleri	0,3,6,9 saniye
Plazma Frekans Değerleri	200 W
Tüp Basıncı	200-150 bar
Gaz Akış Hızı	18 l/dak
Plazma Güç Değeri	50 khz



Şekil 2. Plazmanın Şematik ve Cihaz Görünümleri

Plazma uygulamasından sonra deriler retenaj işlentisine alınmış ve aşağıda yer alan işlenti reçetesine göre deriler işlenmiştir (Tablo 3). Reçete oranları deri parçalarının küçük olması sebebiyle net gramajlar için hassas terazi ile tartılmıştır. Retenaj işlemine geldikten sonra işlenti deşarj suları atık su analizleri ve krom miktarını tespit etmek için alınmış olup analize gönderilmiştir. Derilerin yaş işlenti basamakları bitirildikten sonra kurutulup mekanik işlemleri yapılmıştır.

Tablo 3. Deri İşleme Reçetesi

Proses	**Kimyasal Malzeme**	**Miktar (%)**	**Süre (dk)**	**Sıcaklık (ºC)**	**Açıklama**
Tartım					
Geri Islatma	Su	300		40	
	Okzalik Asit	0,2			
	Noniyonik Tensid *(Farben shine forel HT)*	0.3			
	Formik Asit	0,2	60		Süz
Yıkama	Su	200	10	30	Süz
Krom Retenaj	Su	200		30	
	Krom *(Tankrom AB)*	3	60		
	Sodyum Formiyat	0,5	30		pH:3.8-4.0

	ATIK SUYU AL				
Nötralizasyon	Su	150		35	
	Sodyum Formiyat	2	20		
	Sodyum Bikarbonat	1,2	60		
					Ph:5,5 Süz
Yıkama	Su	200	10	30	
					Süz
Retenaj	Su	150		25	
	Reçineli Tanen *(Alpine MX)*	2	10		
	Fenolik Sintan *(Farben Retan N)*	3	10		
	Bitkisel Tanen *(Tara)*	2	10		
Boyama	Amonyak	0,5	5		
	Asit Boyarmadde	4	60		
	Formik Asit	2	30		pH:4
Yağlama +	Su	150		70	
	Yağ *(Alpine Soft TK)*	5			
	Yağ *(Farben Shine Grossöl 55)*	5			
	Yağ *(Alpine Soft SB)*	3	60		
	Formik Asit	0,5	30		pH:4 Süz
Yıkama	Su	200	10	30	Süz
	ATIK SUYU AL				

2.3. Atık Su Analizleri

Retenaj prosesi sonunda desarj edilen atık su örnekleri atık suyun karakterizasyonu için KOİ, BOİ, iletkenlik, pH, tuzluluk, bulanıklık, toplam çözünmüş katı madde miktarı, toplam askıda katı madde miktarı ve krom içeriği analizleri yapılmıştır. Ana retenaj atık su örneklerinin Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ5) analizi TS 4957-1 EN 1899-1 ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) standart test metodu SM 5220 B (1997)'e göre belirlenmiştir. Deri numunelerinin boyutlarının küçük olması sebebiyle çıkan atık su miktarı yaklaşık 500 ml civarlarında elde edilmiş olup miktarın azlığı sebebiyle analizler seyreltilerek gerçekleştirilmiştir. Kirlilik yükleri yoğun olduğu için seyreltmelerde problem yaşanmamıştır. Atık suların toplam çözünmüş katı madde (TÇKM) madde miktarları ise standart test metodu SM 2540:C'e göre belirlenmiştir. Retenaj ve Krom retenaj banyolarının pH, İletkenlik (Eutech CyberScan CON 110 Cihaz ile), Tuzluluk ve Bulanıklık değerleri; iletkenlik (SM 2510 B, 1998), pH (Mettler Toledo Seven Compact) ve Tuzluluk (SM 2520 B, 1998) ve Bulanıklık (WTW Turb 550 Model Cihaz ile) analiz edilmiştir. Toplam askıda katı madde miktarı (AKM): gravimetrik olarak ESS Method 340.2:1993 (EPA 2012) standart test metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Krom minerali reçetede krom retenaj banyosunda sadece kullanıldığı için atmosferik basınç plazma işleminin bu aşamada krom tüketiminin iyileştirilmesi yönündeki katkılarını belirlemek için projede atık suyun krom içeriği tespit edilmek üzere numuneler alınmıştır. Bu noktada krom retenaj atık suyundan alınan örnekler 0,45 µm şırınga filtreden geçirildikten sonra ICP-OES cihazında ISO 11885 standart metoduna göre analiz edilmiştir (Clesceri etc., 1998).

3. BULGULER VE TARTIŞMA

3.1. Krom Retenaj Banyosunun Toplam Krom İçeriği

Tablo 4.'deki sonuçlara bakıldığında; kontrol grubunun krom retenaj atık suyunun ortalama 606 mg/L iken atmosferik basınç plazma işleminin deri yüzey modifikasyonun etkisiyle deri tarafından krom tüketiminin önemli ölçüde artmasından dolayı atık su değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu değerlerin 3, 6 ve 9 saniye/cm2 plazma uygulanmış örneklerin atık sularında sırasıyla ortalama 476,77 mg/L, 458,66 mg/L ve 432,66 mg/L olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Krom Retenaj Banyosunun Toplam Krom İçerikleri

Örnek	**Krom İçeriği (mg/L)**	**Örnek**	**Krom İçeriği (mg/L)**
0-1	637	6-1	468
0-2	505	6-2	401
0-3	676	6-3	507
Ortalama	**606**		**458,66**
3-1	525	9-1	489
3-2	461	9-2	475
3-3	444	9-3	334
Ortalama	**476,66**		**432,66**

3.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ5) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Ana retenaj banyosunun KOİ değerlerine bakıldığında kontrol grubunun ortalama değeri 13869 mg/L iken 3, 6, ve 9 numaralı diğer grupların sırasıyla 12332 mg/L, 13039,67 mg/L ve 15993,33 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Bu durum argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma işleminin deri üzerinde retenaj maddelerinin tüketimini kontrol grubuna göre belli bir süreye kadar arttırdığı ile ilişkilendirilmiştir. 9 saniye/ cm2 plazma uygulanmış derilerde sürenin fazla gelmesi sebebiyle derinin kimyasal tüketiminde düşüş meydana gelmiş ve atık suyun kirlilik yükünün artmasına sebep olmuştur. Retenaj banyosunun BOİ5 değerlerine bakıldığında kontrol grubunda 6696 mg/L iken 3,6 ve 9 numaralı diğer grupların BOİ5 değerlerinin sırasıyla 5597,66 mg/L, 6279,33 mg/L ve 7747,66 mg/L olduğu tespit edilmiştir. KOİ değerlerinde benzer durum BOİ5 değerlerinde de elde edilmiş olup plazma uygulamasının belli sürelere kadar atık su kirlilik yükünü azalttığı ancak sürenin artmasıyla derinin kimyasal tüketiminde azalmalar meydana gelmiş BOİ5 değerlerinde de artış gözlemlenmiştir (Tablo 5).

Deri işlenti reçetesinde kullanılan kimyasalların deri tarafından tüketildikten sonra atık suya geçen çözünmüş katı madde miktarını tespit etmek amacıyla çalışmanın atık sudaki Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı (TÇKM) tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, kontrol grubunun 11559,33 mg/L iken 3, 6 ve 9 numaralı örneklerin değerlerinin sırasıyla 9630 mg/L, 10454,33 mg/L ve 10873,33 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Diğer sonuçlarda olduğu gibi bu değerlerde de argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma uygulamasının atık su kirlilik yüklerinin azaltılmasında katkı sağladığı tespit edilmiştir (Acikel etc., 2013; Liu etc., 2018).

Tablo 5. Retenaj Banyosunun BOİ5, KOİ ve TÇKM Kirlilik Değerleri

Örnek	$BOİ_5$ (mg/L)	KOİ (mg/L)	TÇKM (mg/L)	Örnek	BOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	TÇKM (mg/L)
0-1	4751	11234	12298	6-1	8281	15081	11158
0-2	7636	16287	10510	6-2	6171	12727	9940
0-3	7701	14086	11870	6-3	4386	11311	10265
Ortalama	**6696**	**13869**	**11559,33**	**Ortalama**	**6279,33**	**13039,67**	**10454,33**
3-1	5971	12383	10095	9-1	8186	17435	10810
3-2	6066	12785	9338	9-2	8476	17378	11820
3-3	4756	11828	9457	9-3	6581	13167	9990
Ortalama	**5597,66**	**12332**	**9630**	**Ortalama**	**7747,66**	**15993,33**	**10873,33**

3.3. Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde, su numunesi içerisindeki çökebilen ve çökemeyen katı maddelerin toplamıdır. Genellikle sediment maddeleri, kaya zerreleri, çamur veya kil mineralleri, kolloidal organik madde parçaları ve planktonlardan ibarettir. Deri işlentisinde ise su içerisinde kimyasal olarak çözünmeyip askıda kalan ürünleri ve organik yapıları temsil eden bir analizdir. (Tablo 6.). Koyun derilerinin tıraş gibi mekanik işlemleri yapılır iken deri üzerinde tıraş atıkları kalabilmektedir.

Tablo 6. Krom Retenaj ve Retenaj Banyolarının AKM Değerleri

Örnek	Retenaj Atık Suyu AKM (mg/L)	Krom Retenaj Atık Suyu AKM (mg/L)
0-1	0,664	1,320
0-2	1,190	1,232
0-3	1,040	1,932
Ortalama	**0,964**	**1,494**
3-1	0,732	1,608
3-2	0,584	1,328
3-3	1,960	1,552
Ortalama	**1,092**	**1,496**
6-1	2,370	1,840
6-2	0,870	1,012
6-3	1,320	0,968
Ortalama	**1,520**	**1,273**
9-1	0,400	1,216
9-2	0,830	1,572
9-3	1,240	0,72
Ortalama	**0,823**	**1,169**

Uygulama esnasında dolapların içinde bu tip deri kaynaklı kirlilikleri fazlasıyla gözlemledik ve bu tip ürünler atık suya direk bırakılmıştır. Askıda Katı madde analizi bu ürünlerle tayin edilmiş olup krom retenajda AKM değerleri genel olarak ana retenaj işlemine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durum ana retenaja gelene kadar deri birçok kez yıkama

işlemine tabi tutularak üzerlerindeki katı kirliliklerin azalmasından kaynaklı olup ana retenajın daha düşük AKM sonuçlarına sahip olmasını sağlamıştır. Öte yandan plazma uygulamasına göre hem krom retenaj banyosunun hemde ana retenaj banyoların askıda katı maddeleri incelendiğinde AKM değerlerinde kontrol grubuna büyük bir fark gözlenmemiştir. Plazma uygulamasının askıda katı madde oranlarının iyileştirilmesinde bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

3.4. pH, İletkenlik, Tuzluluk ve Bulanıklık

Tablo 7'deki retenaj banyosunun iletkenlik ve tuzluluk değerleri kıyaslandığında her iki analiz sonuçlarında plazma uygulamasından sonra derilerin retenaj atık su değerlerinde bir miktar düşüş gözlenmiştir. Ana retenaj banyosunun pH değerlerinde plazma uygulamasından kaynaklı kayda değer bir değişim gözlenmemiş olup sonuçlar tüm gruplar için yaklaşık benzer değerlerde olduğu saptanmıştır. Tablo 8'deki krom retenaj banyosunun iletkenlik, pH ve tuzluluk değerleri incelendiğinde ise ana retenaj banyodaki gibi plazma uygulamasından kaynaklı büyük bir farklılık gözlenmemiştir.

Tablo 7. Ana Retenaj Banyosunun İletkenlik, pH, Bulanıklık ve Tuzluluk Değerleri

Retenaj Atık Suyu	**İletkenlik (µS/cm)**	**pH**	**Bulanıklık (NTU)**	**Tuzluluk (psu)**
0-1	13,80	3,97	217	7,23
0-2	12,17	3,85	133	7,06
0-3	13,57	3,65	297	7,17
Ortalama	**13,18**	**3,82**	**215,66**	**7,15**
3-1	11,55	3,87	268	6,12
3-2	11,05	3,89	254	6,11
3-3	11,86	3,82	150	6,14
Ortalama	**11,48**	**3,86**	**224**	**6,12**
6-1	11,97	3,85	184	6,19
6-2	11,00	3,86	243	6,13
6-3	11,01	3,96	170	6,12
Ortalama	**11,30**	**3,89**	**199**	**6,15**
9-1	11,22	3,80	165	6,11
9-2	11,96	3,81	101	6,18
9-3	11,03	3,83	187	6,10
Ortalama	**11,40**	**3,81**	**151**	**6,13**

Bulanıklık testi deri işlentisi için kimyasalların deri tarafından tüketildiği ve kimyasal olarak fikse edildiğinin bir göstergesidir. Deri işlentisinde genel olarak retenaj banyosunun sonunda verilen asit eklentisi ile kimyasallar deri tarafından fikse olmakta ve suyun rengi berraklaşmaktadır. Çıkan atık suyunun bulanıklığının düşmesi ve berraklaşması kirlilik yükünün düşmesinin yanında bu anlamda önem taşımaktadır. Bu sebeple çalışmada bulanıklık testi için atık sular vakum filtrasyon düzeneğinden geçirilmiştir.

Tablo 7.'deki ana retenaj banyosunun bulanıklık değerlerinde kontrol grubuna göre plazma uygulamasından sonra önemli ölçüde bir azalma meydana gelmiş olup atık suyun berraklığında artış gözlenmiştir. Bu durum argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma işleminin etkisiyle yüzey modifikasyonu sağlanarak retenaj kimyasallarının deri tarafından

daha fazla bağlanmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Tablo 8'deki krom retenaj bulanıklık değerleri ana retenaj banyosunda gibi kontrol grubunda 222 NTU iken argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma uygulamasının 3, 6 ve 9 numaralı gruplarda sırasıyla 176,33 NTU, 160 NTU VE 158,66 NTU olduğu tespit edilmiştir. Ana retenaj banyosuna benzer şekilde krom retenaj banyosunda da atmosferik basınç plazma uygulamasıyla kimyasalların deri tarafından daha fazla bağlandığı banyonun bununla ilişkili olarak berraklaştığı düşünülmüştür. Analiz sonuçlarının birbiriyle paralellik göstermesi işlemlerin doğru yapıldığına işaret etmektedir.

Tablo 8. Krom Retenaj Banyosunun İletkenlik, pH, Bulanıklık ve Tuzluluk Değerleri

Krom Retenaj Atık Suyu	**İletkenlik (µS/cm)**	**pH**	**Bulanıklık (NTU)**	**Tuzluluk (psu)**
0-1	5,49	4,63	193	2,89
0-2	5,38	4,78	123	2,9
0-3	5,54	4,7	350	2,81
Ortalama	**5,47**	**4,70**	**222**	**2,86**
3-1	5,61	4,56	193	2,45
3-2	5,39	4,59	202	2,56
3-3	5,44	4,58	134	2,50
Ortalama	**5,48**	**4,57**	**176,33**	**2,50**
6-1	5,43	4,52	145	2,39
6-2	5,99	4,45	156	2,57
6-3	5,60	4,42	179	2,46
Ortalama	**5,67**	**4,46**	**160**	**2,47**
9-1	5,31	4,38	162	2,50
9-2	5,67	4,53	174	2,44
9-3	4,70	4,55	140	2,34
Ortalama	**5,22**	**4,48**	**158,66**	**2,42**

4. Sonuçlar

Argon gazı içerikli atmosferik basınç plazma işlemi ile yüzeyi farklı sürelerde modifiye edilmiş koyun derilerinin retenaj işlentisi yapılmış ve işlenti atık sularının kirlilik yükleri analiz edilmiştir. Çalışma sonucundaki veriler incelendiğinde kirlilik yüklerinde kontrol grubunda göre plazma süresinin artmasıyla azalışlar meydana gelmiştir. Bu durumun derinin artan hidrofilitesinin reçetedeki krom, boyarmadde, retenaj malzemeleri ve yağlama maddeleri gibi kimyasalların plazmanın etkisiyle tüketiminin arttırılması ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmadaki verilerin plazma modifikasyonunun gelecekte geleneksel deri işlentisinin iyileştirilmesi için önemli ve inovatif bir yöntem olabileceği düşünülmüştür.

5. Teşekkür

Bu çalışma; TÜBİTAK 3001 (Proje No: 218M108) Başlangıç Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı kapsamında bütçesel olarak ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinasyon birimi tarafından Bilimsel Yayınları Teşvik Desteği (Proje No: BYP-2019-34178) kapsamında kongre katılımı için finansal olarak desteklenmiş olup TÜBİTAK ve İÜC-BAP birimine teşekkürlerimizi bir borç biliriz.

6. Kaynaklar

Acikel S.M., Aslan A., Oksuz L., Aktan T. 2013. Effects of Atmospheric Pressure Plasma Treatments on Various Properties of Leathers, Journal of the Amerıcan Leather Chemısts Associatıon, 108(7):266-276.

Aslan A., Oztarhan A., Acikel S.M., Oks E., Nikolaev A.G. 2015. Properties of Metal and Metal-Gas Hybrid Ion Implanted Chrome-tanned Leather Surfaces, Journal of The Socıety of Leather Technologısts and Chemısts, 99(5):209-215.

Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., Eaton, A. D., Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. American Public Health Association, Washington, 1998, 1325.

Daı , X.J., Kviz, L., 2001, "Study of Atmospheric and Low Pressure Plasma Modification on the Surface Properties of Synthetic and Natural Fibres" Presented at "An Odyssey in Fibres and Space" Textile Institute 81st World Conference Melbourn Australia, pp:1-10.

Ekezie, F.G, Sun, D-W, Cheng, J-H, 2017, "A review on recent advances in cold plasma technology for the food industry", Current applications and future trends, Trends in Food Science & Technology, Volume 69, Part A, pp. 46-58.

Erden, S. Ve Yıldız, H, 2009, "Karbon Lif Islanabilirliği Ve Yüzey Enerjisinin Plazma Oksidasyonu Yoluyla Değiştirilmesi", Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, vol 3(2), pp11-19.

Ghimire, B., Subedi, D.P., Khanal, R., 2017, "Improvement of wettability and absorbancy of textile using atmospheric pressure dielectric barrier discharge", AIP ADVANCES 7, 085213, 1-8

Kang , J.Y., Sarmadi M., 2004, "Textile Plasma Treatment Review- Natural Polymer-Based Textiles" , AATCC Review, pp:28-32.

Kang, J.Y., Sarmadi, M., 2004, "Plasma Treatment of Textiles-Synthetic Polymer-Based Textiles", AATCC Review, 29-33.

Karahan , H.A., 2007, "Atmosferik plazma kullanılarak doğal liflerđen yüzeysel özelliklerinin değiştirilmesi üzerine bir araştırma", (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.

Kaygusuz M., Meyer M., Junghans F., Aslan A. 2018. Modification of Leather Surface with Atmospheric Pressure Plasma and Nanofinishing, Polymer-Plastıcs Technology and Engıneerıng, 57(4):260-268.

Koizhaiganova M., Meyer M., Junghans F., Aslan A. 2017. Surface Activation and Coating on Leather by Dielectric Barrier Discharge (DBD) Plasma at Atmospheric Pressure, 101(2):86-93.

Liu, F.M., Su, T., Jiang, Y.P., Xu, W.L., Li, Z.J.,Li, L.X., 2018, "Improvement in Tanning Properties of Natural Leather Through Surface Modification Assisted by CO2 Low-Temperature Plasma", Journal- American Leather Chemists Association 113(1):26-33.

SODYUM BOR HİDRÜRDEN METANOLİZLE HİDROJEN ÜRETİMİNE Co-Mn-Mo-B KATALİZÖRÜNÜN KATALİTİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF CATALYTIC EFFECT OF Co-Mn-Mo-B CATALYST FROM SODIUM BORON HYDRIDE TO HYDROGEN PRODUCTION BY METHANOLYSIS

Erhan ONAT[1], Mehmet Sait İZGİ[2], Mehmet ASLAN[3]

[1]Batman Bilim ve Sanat Merkezi, Batman, Türkiye

[2]Siirt Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü, Siirt, Türkiye
[3]Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Kimya Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

ÖZET

Dünya nüfusunun aratışına paralel teknolojinin gelişimi enerji kaynağına olan taleplerin artmasını beraberinde getirmektedir. Fosil kaynaklı yakıtların sınırlılığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasının önündeki en önemli engellerin başında taşınma ve depolanma sorunu gelmektedir. Bu sorun hidrojenin sodyum bor hidrür olarak depolanmasıyla büyük oranda giderilebilir.

Sodyum bor hidrürlü hidrojen depolamada tepkime ürünü olan sodyum meta boratın sodyum bor hidrür olarak geri kazanımı yüksek maliyetli prosesler gerektirmektedir. Bu sıkıntı hidroliz yerine metanolizle büyük oranda giderilebilir. Çünkü sodyum bor hidrürün metanoliz ürünü sodyum metil borattır. Sodyum metil boratın sodyum bor hidrür olarak geri kazanımı sodyum meta borata göre oldukça kolaydır.

Bu çalışmada sodyum bor hidrürün metanoliz tepkimesine Co-Mn-Mo-B katalizörünün katalitik etkisi ölçülmüştür. Sentezlenen Co-Mn-Mo-B katalizörü ile sodyum bor hidrür metanolizi için; metal oranı, konsantrasyon ve ortam sıcaklığı değerleri değiştirilerek en iyi şartlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sodyum Bor Hidrür, Metanoliz, Co-Mn-Mo-B Katalizörü

ABSTRACT

The development of technology in parallel with the increase of the world population brings with it the increasing demand for energy resources. The limitation of fossil fuels and their negative effects on the environment necessitates the use of hydrogen as an energy source. One of the most important obstacles to the use of hydrogen as an energy source is the problem of transportation and storage. This problem can be largely eliminated by storing hydrogen as sodium boron hydride.
The recovery of sodium meta borate as sodium boron hydride, the reaction product of sodium boron hydride hydrogen storage, requires high cost processes. This problem can be largely eliminated by methanolysis instead of hydrolysis. Because the methanolysis product of sodium boron hydride is sodium methyl borate. The recovery of sodium methyl borate as sodium boron hydride is relatively easy compared to sodium meta borate.
In this study, the catalytic effect of Co-Mn-Mo-B catalyst on the methanolysis reaction of sodium boron hydride was measured. Synthesized Co-Mn-Mo-B catalyst for sodium boron hydride methanolysis; The best conditions were determined by changing the metal content, concentration and ambient temperature values.

Key words: Sodium Boron Hydride, Methanolysis, Co-Mn-Mo-B Catalyst

1. Giriş

Fosil yakıtlarının zamanla azalmasının yanı sıra bu yakıtların kullanımı sonucu çevreye yayılan; yanmamış hidrokarbon, is (kurum), koku, karbon monoksit (CO) ve sera etkisi yapan karbondioksit (CO_2) gibi zehirli atıklar, ekolojik dengeyi bozarak insan sağlığına zarar vermektedir. Gelecekte çevre ve çevrenin enerji sorunlarını aşacak alternatif temiz enerji kaynakları araştırmacılarca en fazla araştırılan konuların başında gelmektedir. Günümüzde araştırılan bu enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olarak hidrojen (H_2) ön plana çıkmaktadır (İzgi ve ark., 2017). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını sağlayan sistemler, Proton Değişim Membranı (PEM) yakıt pilleri (hücreleri) olarak tanımlanmaktadır. Bu hücrelerde hidrojen gaz olarak sisteme alınarak elektrik üretimi sağlanmaktadır (Linden ve Reddy 2001).
Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılmasını gerektiren temel bileşenlerin başında birçok kaynaktan elde ediliyor olması gelmektedir. Bu kaynakların sıralanması gerekirse; fosil kaynaklardan termokimyasal yöntemlerle, sudan elektroliz, hidroliz vb. yöntemlerle, güneş enerjisinden fotoelektrokimyasal yöntemlerle, yeşil alg ve bitki dokusundan fotobiyolojik yöntemlerle, bor kaynaklı bileşiklerden kimyasal yöntemlerle elde edilebilir (Tutar ve Eren 2011). Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılması için gerekli şartlar irdelendiğinde birkaç tane temel sorun karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; hidrojenin gaz olarak depolanması ve taşınması sorunu, hidrojenin bileşik olarak depolanmasıyla birlikte yakıt hücresinde kullanımından sonra oluşan ürünlerin geri kazanımı sorunları başta gelmektedir. Taşınma ve depolanma sorunu hidrojenin bor bileşiklerinde kimyasal olarak depolanmasıyla büyük oranda giderilmektedir. Oluşan bileşiklerin geri kazanımı sorunu metanolizle büyük oranda giderilmektedir (Şahiner ve Demirci 2017, Onat 2016).

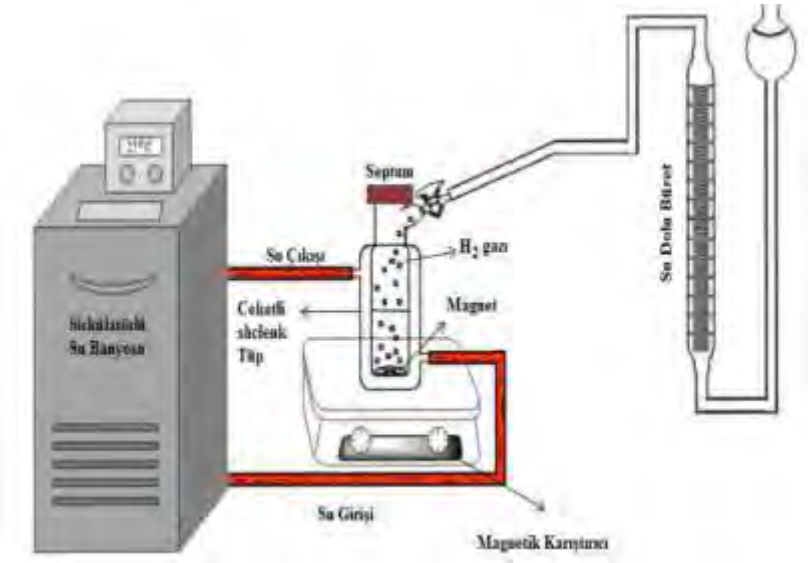
Hidrojen depolamada kullanılan bor kaynaklı bileşiklerin başında sodyum bor hidrür gelmektedir. Sodyum bor hidrür yüksek hidrojen depolayabilme özelliğinin yanında metanoliz edilmesi sonucunda kendi yapısında barındırdığı kadar hidrojenin metanolden ayrıştırılmasıyla yüksek oranda hidrojen verimini mümkün kılmaktadır. Hidrojen ayrışma tepkimesi Eşitlik 1' de verilmiştir.

$$NaBH_4 + 4CH_3OH \rightarrow NaB(OCH_3)_4 + 4H_2 \qquad (1)$$

Eşitlik 1'de verilen tepkime hızı katalizörle ayarlanabilmektedir. Hidrokarbonlar ve fosil yakıtlar içeren yanıcı maddelerden kaynaklanan hava kirliliği, on yıllar içinde keskin bir şekilde artmıştır. Bu sorunu çözmek için yeni temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları geliştirilmek gerekmektedir.
Hidrojenin, proton değişim membranı (PEM) yakıt hücreleri yoluyla temiz enerji sağlamak için tercih edilen yakıt kaynağı olduğu iyi bilinmektedir. Hidrojen gazı, içinde sadece yan ürün olan su PEM yakıt hücreleri için anodik bir yakıttır. Kontrol edilebilir hidrojen üretimi ve saflığı, kimyasal hidritlerin hidrolizini geniş çapta araştırılmasını sağlamıştır. Kimyasal hidritler arasında, $NaBH_4$, ağırlık olarak % 10,8'lik bir teorik hidrojen içeriği içerir ve stabilite, alkalin çözeltide yanmaz ve geri dönüştürülmüş yan ürünler dahil olmak üzere birçok esere sahiptir. $NaBH_4$' ün kendi kendine hidrolizi ile suda kendiliğinden hidrojen salınabilir (Chia 2012) . Katalizör olarak kullanılan metaller genellikle Rh, Ru, Pd ve Pt gibi değerli metallerdir. Bu metallerin maliyet arttıran yüksek değerlerinden dolayı son zamanlarda etkinliği arttırılmış Co, Cu, Ni, Mn içeren metal karışımlarından katalizör üretimi sağlanmaktadır. Yine diğer bir önemli katalizör sentez yöntemi destekli katalizör sentezidir (Huynh ve ark. 2013, İzgi ve ark. 2017). Son yıllarda uygulamaya başlanan bu yöntemlerle yakın bir gelecekte hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanılma yüzdeliğinin artacağı beklenmektedir

2. Materyal ve Yöntem

Katalizör sentezi için belirlenen oranlara göre numuneler tartılarak 250 mL lik bir erlene alınmıştır. Metal kaynağı olarak kullanılan bileşikler; $CoCl_2 \times 6H_2O$ (Kobalt (II) klorür hekza hidrat), $MnCl_2 \times 2H_2O$ (Mangan (II) klorür dihitrat) ve $H_{24}Mo_7N_6O_{24}$ (Amonyum molibdat) bileşikleridir. Erlenene alınan numunelerin parçalanarak dağılmasını sağlamak için 1 saat ultrasonik karıştırıcı içine bırakılmıştır. İyice dağılmış numune karışımı manyetik karıştırıcıda 500 rpm' de 30 dakika karıştıktan sonra karışımda bulunan metal oranın 15 katı mol sayıda $NaBH_4$ ile indirgenme işlemi yapılmıştır. İndirgenen katalizör saf su ile yıkanarak 70 ^{o} C ta azot gazı altında 6 saat kurumaya bırakılmıştır. İyice kuruduğu anlaşılan katalizör havanda ezilerek metanoliz deneysel çalışmalarına geçilmiştir. Sodyum bor hidrürden metanolizle hidrojen üretimine ilişkin deneysel çalışma düzeneği Şekil 1' de verilmiştir. Metanoliz sistemi sıcaklık kontrolü için kullanılan sirkülasyonlu su banyosu, ceketli tüp, manyetik karıştırıcı, dereceli büret ve bağlantı hortumlarından oluşmaktadır. Sistemde ceketli tüp deney ortamını sağlamaktadır. Manyetik karıştırıcı reaksiyonun belirli bir değerde takip edilmesini sağlamada görev alır. Dereceli büret ise açığa çıkan H_2 gazı ölçümünde kullanılır.



Şekil 1. Metanoliz tepkimesi reaksiyon düzeneği

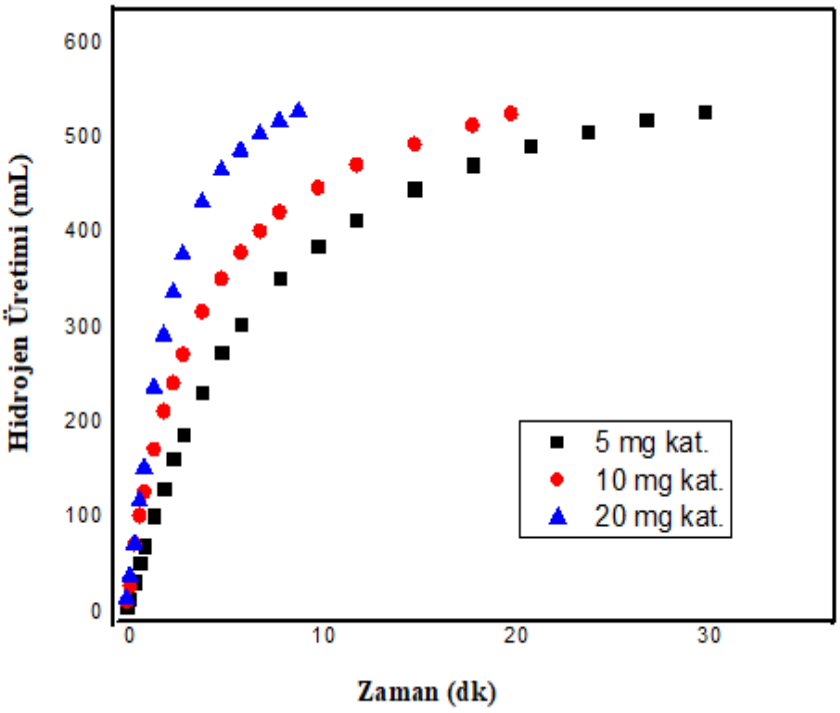
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında sentezlenen katalizör ile sodyum bor hidrürün metanolizine Şekil 1' de verilen düzenek yardımıyla bakılmıştır. Deneysel çalışma sırasıyla katalizör metal oranı, sodyum bor hidrür konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin ayrı ayrı incelenmesi şeklinde yapılmıştır. Her bir parametre için belirlenen en iyi sonuçla devam edilerek Co-Mn-Mo-B katalizörünün katalitik etkisi için en iyi değerler hesaplanmıştır.

3.1 Katalizör Miktarı

Sodyum bor hidrürün bozunma tepkimesi katalizörle kontrol edilebilen reaksiyonlardandır. Bu çalışmamızda farklı miktarlarda katalizör kullanımı ile en iyi katalizör miktarına karşılık gelen hidrojen üretimine bakılmıştır. Kullanılan katalizör mikatrları Şekil 2'de görüldüğü gibi 5, 10 ve 20 mg lık değerlerdir. Şekil 2 de görüldüğü gibi katalizör miktarının artmasına karşılık hidrojen üretim hızı artmaktadır. Hidrojen üretim hızının artması belirli substrata karşılık artan

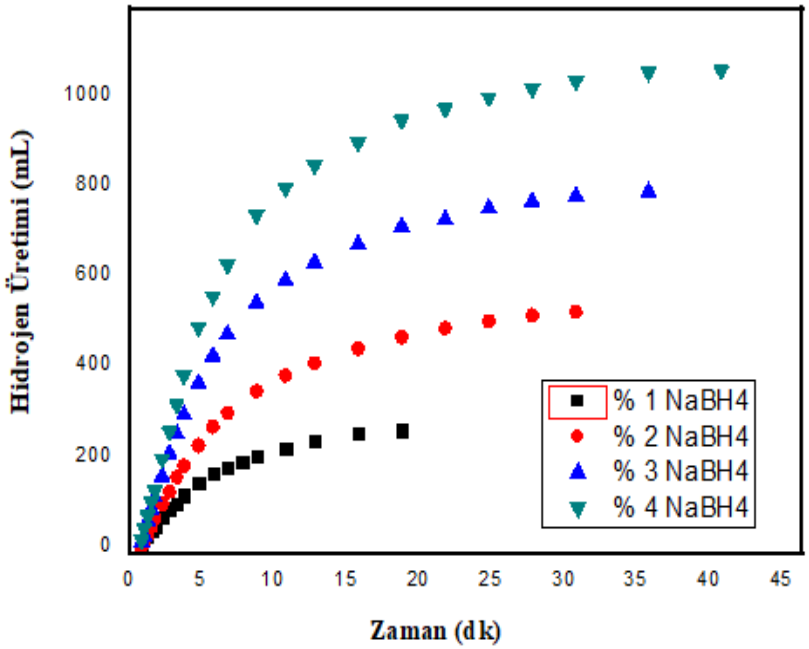
katalizör etkin yüzeyinin artmasıyla açıklanabilir. Fakat katalizör miktarı başına düşen hidrojen üretim hızının 5 mg lık katalizör miktarında en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Yine bu durum etkin katalizör yüzeyine karşılık en iyi substrat yoğunluğunun yakalandığını ifade etmektedir. Bu yüzden katalizör yardımıyla sodyum bor hidrürün metanolizle bozunması tepkimesine bundan sonraki süreçte katalizör miktarı 5 mg olacak şekilde devam edilmiştir.



Şekil 2. Farklı Co-Mn-Mo-B katalizörü miktarlarına karşılık 30 ° C ta %2 lik $NaBH_4$ çözeltisinin metanolizle hidrojen üretim grafiği

3.2 Konsantrasyon

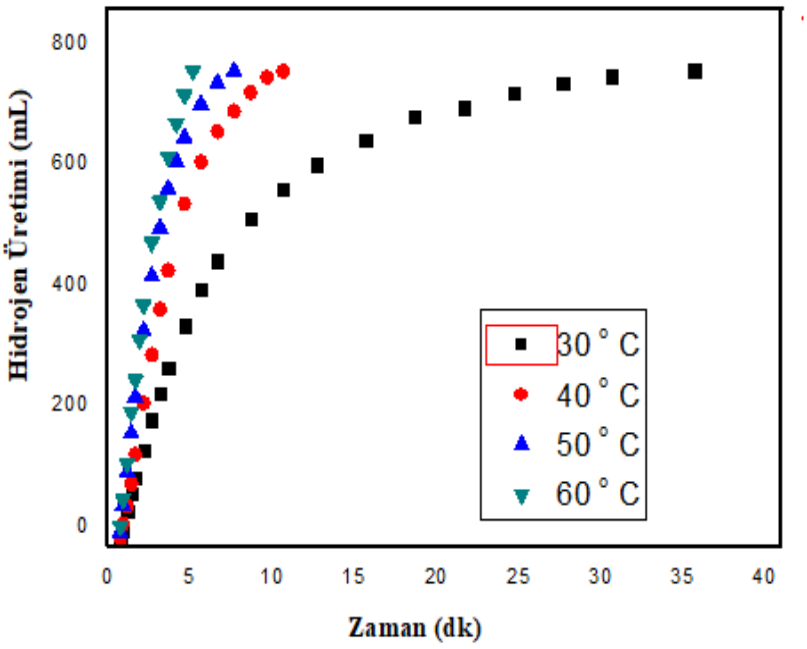
Katalizör miktarına bağlı hidrojen üretin hızı için en iyi hidrojen üretim miktarı değeri belirlendikten sonra sodyum bor hidrür konsantrasyonun hidrojen üretim hızına olan etkisi ölçülmüştür. Bu ölçümlerde çözeltideki sodyum bor hidrür konsantrasyonları %1, %2, %3 ve %4 olacak şekilde $NaBH_4$ konsantrasyon değişimlerinde katalizör etkinliğine bakılmıştır. İlk başta $NaBH_4$ konsantrasyonu arttıkça hidrojen üretim hızının arttığı ölçülmüştür. %4 lük $NaBH_4$ konsantrasyonunda hidrojen üretim hızında düşme başladığı görülmüştür. Bu durum katalizör başına düşen substrat oranında doygunluğa ulaşıldığı anlamına gelir. En iyi hidrojen üretim hızının %3 $NaBH_4$ konsantrasyonunda olduğunun belirlenmesi ile %4' ten daha yüksek değerlerdeki konsantrasyonlara bakılmamıştır.



Şekil 3. Farklı $NaBH_4$ konsantrasyonlarda 30ºC ta 5 mg Co-Mn-Mo-B katalizörlüğünde $NaBH_4$ ten metanolizle hidrojen üretim grafiği

3.3 Sıcaklık

Deneysel çalışmanın son aşamasını metanolize sıcaklığın etkisinin incelenmesi oluşturmaktadır. Katalizör miktarı ve $NaBH_4$ konsantrasyonu belirleme işlemlerinden sonra 5 mg katalizör miktarı ve %3 lük $NaBH_4$ konsantrasyonu ile sıcaklık değerlerine bakılmıştır. Sıcaklıklar 30 ºC, 40 ºC, 50 ºC ve 60 ºC olacak şekilde farklı sıcaklıklarda metanoliz tepkimesinin bozunması incelenmiştir. Şekil 4' te görüldüğü gibi sıcaklık artışına bağlı reaksiyonun hızlandığı görülmüştür. 30 ºC' ta 35 dakikada biten tepkimenin 60 ºC' ta 4,5 dakikada tamamlanacak kadar hızlandığı görülmüştür. 30 ºC üzerindeki sıcaklıklarda reaksiyon hızlanmasına bağlı hidrojen üretim hızında çok yüksek değerlere ulaşıldığı belirlenmiştir.



Şekil 4. Farklı sıcaklıklarda 5 mg Co-Mn-Mo-B katalizörü ile %3 $NaBH_4$ ten metanolizle hidrojen üretim grafiği

4. Sonuçlar

Çalışmamız sodyum bor hidrür metanolizi için yapılan literatür çalışmaları ile karşılaştırıldığında, yüksek etkinlik değerlerine sahip katalizör sentezlendiği görülmüştür. Co-Mn-Mo-B katalizörü için en iyi metal oranı olarak 5 mg katalizör, $NaBH_4$ konsantrasyonu olarak en iyi hidrojen üretim hızı %3 lük $NaBH_4$ konsantrasyonu değerlerinde olduğu saptanmıştır. Sıcaklık değerlerinde ise 30 ºC üzerindeki değerlerde reaksiyon hızında yüksek hızlanmanın olduğu saptanmıştır. Co-Mn-Mo-B katalizörü ile yapılacak hidrojen üretim çalışmalarında 40 ºC ve üzeri sıcaklıklarda metanolizle çok hızlı hidrojen üretimleri mümkün olduğu görülmüştür.. Hidrojen teknolojisi temel maliyetlerinden olan ve hidrojen üretim maliyetini yukarı çeken değerli ağır metal yerine katalizör olarak bu çalışmada olduğu gibi kobalt bazlı Co-Mn-Mo-B katalizörü senteziyle uygun maliyetlerdeki katalizörlerle hidrojen üretimine gidilebileceği belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Chia-C. S. , Ming-C. L. , Shu-L. W. Yao-H. H. ; Ruthenium immobilized on Al_2O_3 pellets as a catalyst for hydrogen generation from hydrolysis and methanolysis of sodium borohydride 2012, 2, 2073-2079

Huynh, K., Napolitano, K., Wanga, R., Jessop, P.G., Davis, B.R. 2013. *"Indirect hydrolysis of sodium borohydride: Isolation and crystallographic characterization of methanolysis and hydrolysis by-products"*, international journal of hydrogen energy 38:5775-5782

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. *"Metanolde sentezlenen Co-B katalizörün sodyum hidrolizi üzerine etkisi", Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**(4): 151-160.

İzgi, M.S., Şahin, Ö., Onat, E., Horoz, S., 2017. "*Effect of Co-B Catalyst Synthesized in Methanol on the Hydrolysis of Sodium Borohydride"*, *Journal of the Institute of Science and Technology,*04(07), 151-160.

Linden, D., Reddy, T.B. 2001. *"Handbook of Batteries and Fuel Cells"*, Third Edition, McGraw-Hill Publishing Company.

Onat, E. 2016. "*Farklı Şartlarda Katalitik Aktivitesi Artırılan Co-B, Co-Ti-B, Ni-B Katalizörleri Varlığında Sodyum Borhidrür Hidrolizinin İncelenmesi"*, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Bitlis.

Tutar, F, Eren, M.V. 2011. "*Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye",* Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi. Cilt:3, Sayı:6, İSSN:1307-9832

Sahiner, N., Demirci, S. 2017. "*Natural microgranular cellulose as alternative catalyst to metal nanoparticles for H2 production from NaBH4 methanolysis", Applied Catalysis B: Environmental*, 202: 199-206.

3 BOYUTLU YAZICI İLE PLA FİLAMENT KULLANILARAK ÜRETİLEN SANDVİÇ KOMPOZİT YAPILARIN BASMA YÜKÜ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

[*1]Serdar KAVELOĞLU, [2]Muhammed Safa KAMER, [3]Şemsettin TEMİZ,

[4]Ahmet KAYA

[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye
[4]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda (Zaxe Z1 Plus) PLA filament kullanılarak sandviç kompozit basma numuneleri üretilmiştir. Üretilen sandviç kompozitlerin çekirdek kısımlarına bal peteği geometrisi verilmiştir. Sandviç çekirdek yapının içerisindeki bal peteği geometrisinin hücre genişlikleri ve hücre duvar kalınlıkları değiştirilerek her parametre için üçer adet toplam dokuz adet test numunesi üretilmiştir. Numuneler 6, 9, 12 mm hücre genişliğinde ve 10 mm hücre yüksekliğinde üretilmiştir. Basma numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı kullanılmıştır. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine sandviç çekirdek yapı içerisindeki farklı boyutlarda tasarlanan bal peteği geometrisinin etkisi araştırılmıştır. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, üretilen numunelere basma testi yapılmış ve kuvvet-uzama grafikleri elde edilmiştir. 3 boyutlu yazıcıda farklı hücre genişliği kullanılarak PLA filamentten üretilen sandviç kompozit numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Deneyler sonucunda en yüksek basma dayanımı 9 mm hücre genişliğinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcı, PLA, Mekanik Özellikler, Basma Testi.

INVESTIGATION OF THE BEHAVIOR OF SANDWICH COMPOSITE STRUCTURES PRODUCED USING PLA FILAMENT WITH 3D PRINTER

ABSTRACT

In this study; sandwich composite compression samples were produced by using PLA filament on a 3D heated table printer (Zaxe Z1 Plus). The core parts of the produced sandwich composites were given honeycomb geometry. The cell width and cell wall thickness of the honeycomb geometry within the sandwich core structure were changed and a total of nine test samples were produced for each parameter. Samples were produced at 6, 9, 12 mm cell width and 10 mm cell height. ASTM C365-16 standard was used for sizing compression samples. The effect of honeycomb geometry which is designed in different dimensions in the sandwich core structure on the mechanical properties of the produced samples was investigated. Weights of the produced samples were measured, compression test was applied to the produced samples and force-elongation graphs were obtained. The mechanical properties of sandwich composite samples produced from PLA filament by using different cell widths in 3D printer were compared. As a result of the experiments, the highest compressive strength was obtained with a cell width of 9 mm.

Keywords: 3D Printer, PLA Filament, Mechanical Properties, Compression Test.

1. GİRİŞ

Kompozit sandviç yapılar, düşük ağırlıklarına rağmen hücre geometrileri sayesinde yük altında gösterdiği üstün performanstan dolayı tercih edilmektedir. Kompozit sandviç yapılar farklı malzemeler ve farklı geometrilerle kombinasyonlar oluşturulup üzerinde çalışılmaktadır. Bu çalışmalarda sürekli olarak basma dayanımı ile diğer mekanik özellikleri incelenmekte ve bu özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır.

Zhang ve ark. bu çalışmada çeşitli hücre konfigürasyonlarına sahip alüminyum peteklerde hücre sayısının ve merkez açısının düzlem ezilme direncine etkisini basma deneyi ile araştırmışlardır. Üretilen petek numuneleri, test makinesi, numunelerin hücre şekillerini vermişlerdir. Hücre sayısı ve merkez açıdaki azalma bal peteği yapıların mukavemetini %10'dan az etkilediğini gözlemlemişlerdir. SEA yöntemi ile oluşturulan model sayesinde ezilme ve deformasyonları simüle etmişlerdir. Çift folyo yapıştırılan numunede sayısal ve simülasyon sonuçları deney ve teorik tahminlere uygun çıktığını görmüşlerdir. Düzlem dışı merkez açının bal peteği mukavemeti üzerindeki etkisinin duvar kalınlığından az olduğu sonucuna varmışlardır [1].

Nia ve ark. bu çalışmada köpük dolgulu altıgen petek panellerin plastik şekil değiştirme davranışlarını ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Beş farklı sade ve köpük dolgulu alüminyum 5052-H39 petekler statik eksenel basınç yüklemeye maruz bırakmışlardır. Hücre yüksekliği, hücre genişliği ve hücre duvar kalınlığının ezilme mukavemeti, enerji emme kapasitesi ve kıvrımların dalga boyuna etkilerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarında köpük dolgusu arttıkça panellerin ortalama ezilme mukavemetleri ve enerji kapasitelerinin %300 arttırdığını gözlemlemişlerdir [2].

Liu ve ark. bu çalışmada altıgen Nomex petek çekirdek yapıların ezilme davranışlarını enine yük altında deneysel (basma ve çekme) ve SEA yöntemi ile incelemişlerdir. Test sonuçlarında petek yapıda meydana gelen gevrek kırılmanın sebebinin fenolik reçinenin yapısından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Yük ve yer değiştirme eğrilerinde meydana gelen ezilme, çökme, pekleşme ve elastik deformasyon bölgelerini göstermişlerdir. SEA yöntemi ile deneysel sonuçların paralellik gösterdiğini grafiklerle göstermişlerdir. Deney ve SEA sonucu oluşan hasar kıyaslaması verilmiştir. Petek yapısı olarak hasarları incelediklerinde iç bölgelerde çekirdeklerdeki hasarın ezilme tarzında olduğu fakat dış bölgelerde olan hasarın ayrılma şeklinde olduğunu gözlemlemişlerdir [3].

Solmaz ve ark. ABS ve PLA termoplastik esaslı malzemelerden 7, 14 ve 25 mm üç farklı hücre boyutlarında ve her bir hücre boyutlarından 25, 30 ve 40 mm 3 farklı yükseklikte 3 boyutlu yazıcıda üretmişlerdir. Örtü malzemesi olarak cam fiber ve polyester reçine kullanılarak bal peteği sandviç kompozit üretilmiştir. Üretilen kompozit yapılar eksenel basma deneylerine tabi tutulmuş, deneyler sonucunda PLA malzemenin ABS malzemeye göre daha üstün özelliklere sahip olduğunu tespit etmişlerdir [4].

Yardımcı ve ark. bu çalışmada yüzey ve dolgu malzemesi alüminyum olan dolgu geometrisi düzgün altıgen bal peteği sonlu eleman modeli oluşturulmuştur. Farklı hücre boyutlarına sahip iki sandviç kiriş için oluşturulan bu modellerin plastik gerinimlere neden olacak büyüklükteki yer değiştirmeler altında gösterdikleri davranışları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bükme yüküne maruz kalan sandviç yapılarda en kritik hasar tipi hücre duvarlarına meydana

gelen burkulma olarak belirlenmiş olup hücre boyutunun sandviç yapının performansı üzerinde ciddi farklılıklar yarattığı tespit edilmiştir [5].

Zhao ve ark. bu çalışmasında araçlarda kullanılan alüminyum bal peteklerinin dinamik ve statik yük altında kırılma davranışını, çarpışma anındaki enerji emme kapasitesini ve hasar mekanizmalarını belirlemek için Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) yöntemi ile deneysel olarak araştırmışlardır. Dinamik ve statik yükler altında gerilmelerinin farklı olmasıyla alüminyum folyo peteklerin önemli derecede ezilme direnci olduğu ve araçlarda kullanımının farklı çalışmalarla denenerek kullanılabileceği sonucuna varmışlardır [6].

Bu çalışmada; tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcıda (Zaxe Z1 Plus) PLA filament kullanılarak sandviç kompozit basma numuneleri üretilmiştir. Üretilen sandviç kompozitlerin çekirdek kısımlarına bal peteği geometrisi verilmiştir. Sandviç çekirdek yapının içerisindeki bal peteği geometrisinin hücre genişlikleri ve hücre duvar kalınlıkları değiştirilerek her parametre için üçer adet olacak şekilde toplam dokuz adet test numunesi üretilmiştir. Numuneler 6mm, 9mm, 12mm hücre genişliğinde ve 10mm hücre yüksekliğinde üretilmiştir. Basma numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı kullanılmıştır. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerine sandviç çekirdek yapı içerisindeki farklı boyutlarda tasarlanan bal peteği geometrisinin etkisi araştırılmıştır. Üretilen numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, üretilen numunelere basma testi yapılmış ve kuvvet-uzama grafikleri elde edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında kullanılan 3 boyutlu yazıcı ve üretilen test numunelerinin mekanik özelliklerini belirlemede Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği ve İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümlerinin imkânları kullanılmıştır. Test numunelerinin üretiminde "Zaxe Z1 Plus" 3 boyutlu yazıcı kullanılmıştır (Şekil 1). "Zaxe Z1 Plus" 3 boyutlu yazıcının özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

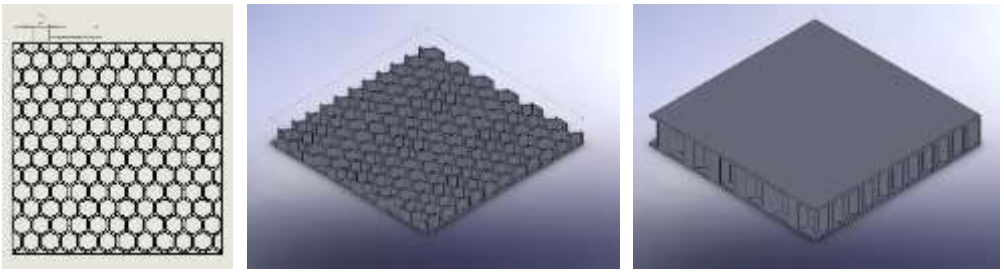


Şekil 1. Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı

Tablo 1. Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı teknik özellikleri [7]

Baskı	
Baskı teknolojisi	FFF / FDM (Fused Filament Fabrication / Fused Deposition Modeling) – Erimiş Filament Üretimi / Erimiş Yığma Modellemesi
Baskı hacmi X/Y/Z	300 mm / 300 mm / 300 mm X/Y eksen hareketlerinde triger kayış-kasnak, Z eksen hareketinde vidalı mil kullanılmaktadır.
Katman çözünürlüğü	50 – 400 mikron (0.4 mm nozzle)
Filament çapı	1.75 mm
Nozul çapı	0.2, 0.4, 0.6, 0.8 mm
Baskı yüzeyi	Borosilikat Cam + Buildtak
Filament türleri	PLA / ABS / CPE / FLEX / NYLON
Bilgisayar yazılımı	
Birlikte verilen yazılım	Zaxe XDesktop Yazılımı
Dosya türleri	STL / OBJ / DAE / AMF
Desteklenen işletim sistemi	Windows / Mac
Dosya aktarımı	Wifi – Ethernet – USB Port
Elektrik	
AC girişi	100 - 240 V - 2A, 50 / 60 Hz
Enerji Tüketimi	~500 Watt ABS Baskı, ~300 Watt PLA Baskı
Fiziksel boyutlar	
Masaüstü alanı L/W/H	550 mm / 570 mm / 715 mm
Ağırlık	45 kg
Sıcaklık	
Ortam çalışma sıcaklığı	20 - 50 °C
Nozul çalışma sıcaklığı	Max 320 °C
Isıtmalı tabla çalışma sıcaklığı	Max 110 °C

Basma numunelerinin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı [8] kullanılmıştır. Belirtilen standart ölçülerindeki basma numunesi 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında SolidWorks 2016 CAD yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır (Şekil 2). 3 tip hücre genişliğinde ve her hücre genişliğine göre farklı hücre duvar kalınlığında tasarımlar yapılmıştır. Sırasıyla 6mm, 9mm, 12mm hücre genişliği 0.8mm, 1.2mm, 1.6mm hücre duvarı kalınlığında tasarımları yapılmıştır. Numunelerin dış ölçüleri 75mm x 75mm olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Solidworks 2016 CAD Tasarımı

Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapabilmek için herhangi bir CAM yazılımı ile üretimi yapılacak tasarımın G-kodlarının oluşturulması gerekmektedir. SolidWorks 2016 CAD yazılımı ile 3 boyutlu olarak tasarımı yapılan basma numunesinin G-kodlarının oluşturulmasında Zaxe markasının kendi yazılımı olan X Desktop CAM yazılımı kullanılmıştır. X Desktop yazılımında öncelikle 3 boyutlu yazıcı seçimi yapılmış (Zaxe Z1 Plus) ve SolidWorks 2016 CAD yazılımında ".stl" uzantısıyla farklı kaydedilmiş (".stl" uzantısıyla

farklı kaydetme sırasında çözünürlük ayarlarından sapma toleransı ve açı toleransı değerleri maksimum hassasiyette çözünürlük sağlanması için en küçük değerlere ayarlanmıştır) olan basma numunesi tasarımı açılmıştır. Tasarımın yazıcı tablası üzerindeki konumu, açısı vb. ayarlar yapıldıktan sonra Tablo 2'de belirtilen parametreler seçilerek tasarımın G-kodları oluşturulmuştur. Bu parametreler X Desktop CAM yazılımında Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcı için varsayılan parametrelerdir. Oluşturulan G-kodları USB bellek yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.

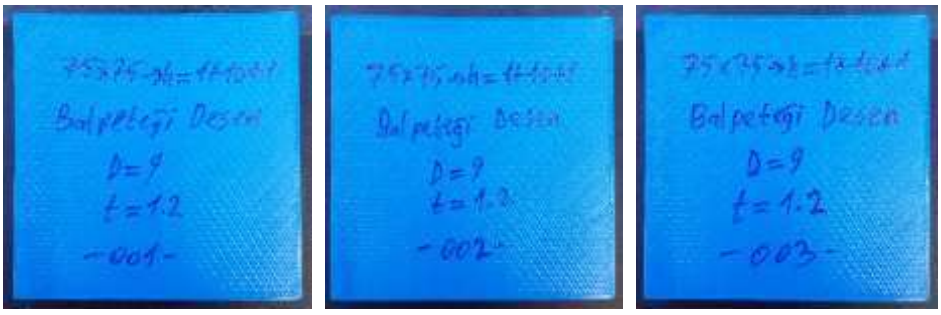
Tablo 2. X Desktop CAM yazılımında seçilen parametreler

Yazıcı	Zaxe Z1 Plus
Malzeme	PLA (Filament Dünyası Marka)
Filament çapı	1.75 mm
Katman kalınlığı	0.2 mm
Duvar kalınlığı	1
Üst/Alt kalınlığı	0
Dolgu yoğunluğu	%100
Dolgu deseni	Lines
Yazdırma hızı	60 mm/s
Boşta gezme hızı	120 mm/s

Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcıda öncelikle baskı tablasının manuel olarak kalibrasyonu yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıya Esun marka PLA mavi renkli filament takılmıştır. Tüm basma numuneleri aynı malzemeden kullanılarak üretilmiştir. Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcının baskı tablasının sıcaklığı PLA malzeme kullanıldığından 60°C'ye (Filament Dünyası marka PLA malzemelerin ürün etiketlerinde belirtilen değere) ayarlanmıştır. 3 boyutlu yazıcının nozul sıcaklığı PLA malzemeden dolayı 240°C'ye (190-240ºC Filament Dünyası PLA ürün etiketinde belirtilen sıcaklık aralığı) ayarlanmıştır. Her bir hücre genişliği için 3'er adet olmak üzere toplam 9 adet basma numunesi üretilmiştir. Üretilen numuneler Şekil 3'de gösterilmiştir.



(a) PLA Malzeme D=6mm, t=0.8mm



(b) PLA Malzeme D=9mm, t=1.2mm



(c) PLA Malzeme D=12mm, t=1.6mm

Şekil 3. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen numuneler

Üretilen basma numunelerinin ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri KERN PLS 6200-2A (kapasite: 6,200 g, hassasiyet: 0.01 g) hassas terazi ile yapılmıştır. Ayrıca üretilen numunelere basma testi yapılmış olup, şekil 4'de basma testi görüntüsü verilmiştir. Basma testleri 100 kN kapasiteli Shimadzu AGS-100kNX basma test cihazıyla yapılmıştır. Testler 0.5mm/dk hızda ve ASTM C365-16 standardı seçilerek yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde PLA malzeme kullanılarak farklı hücre boyutlarında üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 4. Shimadzu basma test cihazındaki test görüntüsü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tabla ısıtmalı 3 boyutlu bir yazıcı (Zaxe Z1 Plus) ile PLA malzeme kullanılarak, 3 farklı hücre genişliğinde 3'er adet olmak üzere toplam 9 adet basma numuneleri üretilmiştir. Üretilen basma numunelerinin ağırlıkları ölçülmüş ve numunelere basma testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde PLA filament kullanılarak farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Test numunelerinin ağırlıkları Tablo 3'de verilmiştir. Tablodan numunelerin ağırlıkları arasında çok az fark olduğu gözlemlenmiştir.

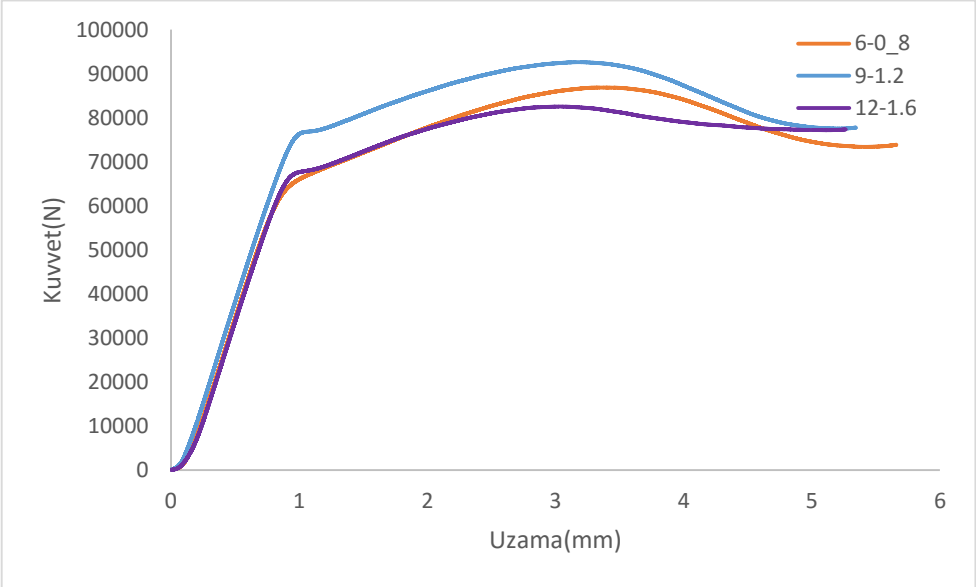
Tablo 3. Test numunelerinin ağırlıkları

Deney Adı	Ağırlık (g)
PLA_Bal-Peteği_D=6_t=0.8_001	28.05
PLA_Bal-Peteği_D=6_t=0.8_002	28.44
PLA_Bal-Peteği_D=6_t=0.8_003	28.64
PLA_Bal-Peteği_D=9_t=1.2_001	28.71
PLA_Bal-Peteği_D=9_t=1.2_002	28.86
PLA_Bal-Peteği_D=9_t=1.2_003	28.87
PLA_Bal-Peteği_D=12_t=1.6_001	28.38
PLA_Bal-Peteği_D=12_t=1.6_002	28.25
PLA_Bal-Peteği_D=12_t=1.6_003	28.42

Tablo 4'de test numunelerinin 3 farklı hücre genişliğindeki basma mukavemetleri verilmiştir. Basma testlerinden Şekil 5'te gösterilen kuvvet-uzama eğrileri elde edilmiştir. Grafik incelendiğinde 6mm-9mm-12mm hücre genişliklerinde elastik bölgelerin benzer olduğu, en yüksek basma mukavemet değerinin 9mm-1.2mm olan boyutlardaki numunede olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Test numunelerinin basma dayanımı değerleri

Deney Adı	Basma Dayanımı (N)
PLA_Bal-Peteği_D=6_t=0.8	86854
PLA_Bal-Peteği_D=9_t=1.2	92630
PLA_Bal-Peteği_D=12_t=1.6	82548



Şekil 5. Farklı hücre genişliğinde üretilen numunelerin kuvvet-uzama eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada; aynı parametrelerde PLA 1.75 mm çapındaki filament kullanılarak Zaxe Z1 Plus 3 boyutlu yazıcıda 3 farklı hücre genişliğinde toplam 9 bal peteği kompozit sandviç plaka üretilmiştir. Üretilen numunelerin boyutlandırılmasında ASTM C365-16 standardı kullanılmıştır. Üretilen basma numunelerinin ağırlıkları ölçülmüş ve numunelere basma testi yapılmıştır. 3 boyutlu yazıcıda aynı parametrelerde PLA filament kullanılarak farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin ağırlıklarında kayda değer bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.

2- Farklı hücre genişliklerinde üretilen numunelerin kuvvet-uzama grafiklerinde elastik bölgelerin çakışık olduğu belirlenmiştir.

3- En yüksek basma mukavemet değerinin hücre genişliği 9mm-1.2mm olan numunelerde olduğu tespit edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Makine Mühendisliği ile İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümlerine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

[1] Li, X., Zhang, P., Wang, Z., Wu, G. ve Zhao, L., (2014), Dynamic behavior of aluminum honeycomb sandwich panels under air blast: Experiment and numerical analysis, Composite Structures, 108, 1001-1008.

[2] Nia, A. A. ve Sadeghi, M. Z., (2010), The effects of foam filling on compressive response of hexagonal cell aluminum honeycombs under axial loading-experimental study, Materials & Design, 31 (3), 1216-1230.

[3] Liu, L., Wang, H. ve Guan, Z., (2015), Experimental and numerical study on the mechanical response of Nomex honeycomb core under transverse loading, Composite Structures, 121, 304-314.

[4] Solmaz, M, Y, ÇELİK E., (2018), 3 Boyutlu Yazıcı Kullanılarak Üretilen Bal Peteği Sandviç Kompozitlerin Basma Yükü Altındaki Performanslarının Araştırılması, Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi, 30(1), 277-286.

[5] Yardımcı O., Gürses E., (2016), Bal Peteği Dolğuya Sahip Sandviç Yapıların Bükme Yükü Altındaki Davranışlarının Karşılaştırılması, VI. Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı, UHUK-2016-1113.

[6] Zhao, L., Li, X., Zhang, P., Wang, Z., Wu, G., (2014), Dynamic behavior of aluminum honeycomb sandwich panels under air blast: Experiment and numerical analysis, Composite Structures, 108, 1001-1008.

[7] Zaxe Z1 Plus Teknik Bilgi Formu https://zaxe.com/tr/z1plus/ (url erişim tarihi:25.11.2019).

[8] Standard Test Method for Flatwise Compressive Properties of Sandwich Cores ASTM C365-16, (2004). ASTM International-Standards Worlwide.

ELEKTRİK AKIMI VE MİKRODALGA İLE YABANCI OT MÜCADELE YÖNTEMLERİNDE BİTKİLERİN DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİNİN ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan ŞAHİN

Harran Üniversitesi

ÖZET

Yabancı ot mücadelesinde kimyasal kullanımı en çok tercih edilen yöntemdir. Ancak, bu kimyasalların zamanla içme sularına karışma ihtimali, toprağa ve doğal yaşama verdikleri zararlar nedeniyle, kimyasal olmayan mücadele yöntemleri önem kazanmıştır. Bu yöntemlerden en popüler olanları; elektrik akımı yöntemi ve mikrodalga yöntemidir. Her iki yöntemde de elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Elektrik akımı ve mikrodalga yöntemlerinde, uygulama sonrası toprakta ve tarımsal ürünlerde herhangi bir kimyasal kalıntı oluşması söz konusu değildir. Mikrodalga ile yabancı ot mücadelesinde, uygun frekans, yeterli süre ve gerekli güç seviyesi uygulandığında, yabancı ot ve tohumlarını yok edebildiği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Elektrik akımı yönteminde de yeterli süre ve uygun akım şiddeti uygulandığında, yabancı ot ve tohumlarını zararsız hale getirdiği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Ancak, her iki yöntemde de meydana gelen enerji kayıpları ve bitkilerin elektrik-dielektrik özelliklerinin tam olarak bilinmemesi, yöntemlerin uygulanabilirliğini ekonomik açıdan zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, elektrik ve mikrodalga yöntemleri ile yapılacak uygulamalarda yabancı ot türünün ve toprağın elektrik direnci (R), empedansı (Z), dielektrik sabiti (ε'), kayıp faktörü (ε'') ve dağılım faktörü (tan δ) gibi özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, mikrodalga ile toprak dezenfektasyonunda ısıl işlemin verimliliğini arttırmak için de malzemenin dielektrik özellikleri hakkında bilgi gerekir. Mikrodalga radyasyon etkisindeki toprağın ve bitkinin davranışı, emilen, iletilen veya yansıyan radyasyon yüzdesi ile belirlenir. Dielektrik sabiti (ε') ve mikrodalga uygulanmış malzemenin kayıp faktörü (ε''), mikrodalga aplikatörlerinin tasarımında da temel parametrelerdir.

Anahtar kelimeler: yabancı ot, mikrodalga, elektrik akımı, dielektrik, kayıp katsayısı

THE IMPORTANCE OF DIELECTRIC PROPERTIES OF PLANTS IN ELECTRIC CURRENT AND MICROWAVE WEED CONTROL METHODS

Dr. Hasan SAHIN

Harran University

ABSTRACT

Chemical use is the most preferred method in weed control. However, non-chemical methods of weed control have gained importance due to the possibility of these chemicals getting into drinking water and damages to soil and natural life. The most popular methods are; electric

current method and microwave method. Both methods use electrical energy. In electric current and microwave methods, there is no formation of chemical residues in soil and agricultural products after application. It has been shown in the studies that it can destroy weeds and seeds when appropriate frequency, sufficient time and required power level are applied in microwave weed control. It has been determined in the studies that it makes the weeds and seeds harmless when sufficient time and appropriate current intensity is applied in electric current method. However, the energy losses occurring in both methods and the lack of knowledge of the electrical-dielectric properties of the plants make the applicability of the methods economically difficult. For this reason, it is necessary to know the characteristics of weed species and soil such as electrical resistance (R), impedance (Z), dielectric constant (ε'), loss factor (ε'') and dissipation factor (tan δ) in the applications to be carried out by electrical and microwave methods. Furthermore, in order to increase the efficiency of heat treatment in soil disinfection with microwave, information is required about the dielectric properties of the material. The behavior of the soil and the plant under the influence of microwave radiation is determined by the percentage of radiation absorbed, transmitted or reflected. The dielectric constant (ε') and the loss factor (ε'') of the microwave applied material are also the basic parameters in the design of microwave applicators.

Keywords: weed, microwave, electric current, dielectric, loss factor

GİRİŞ

Yabancı ot mücadelesinde başvurulan en yaygın yöntem tarımsal kimyasallardır. Tarımsal ürün kaybını en aza indirmek amacıyla, kimyasallar kullanılarak yapılan mücadele, tarımsal alanlarda ve demiryolları, hava limanları gibi, tarım dışı alanlarda da yapılmaktadır. Ancak, yabancı ot mücadelesinde kullanılan tarımsal kimyasalların çevresel etkileri bilinmektedir. Tarımsal üretim alanlarında ve demiryolu ağları, hava alanları, yol ve kaldırım kenarları gibi alanlarda kullanılan herbisitlerden atrazine ve simazine gibi çeşitler çok yaygın kullanılmaktadır. Bununla birlikte bazı ülkelerde triazinlerin tarımsal alanlar dışında kullanımına kısıtlamalar getirilmiştir (Revitt, 2002). Ancak, birçok tarımsal üretici uygulama kolaylığı nedeniyle kimyasal ilaç kullanımını çok çabuk kabul etmektedir (Ascard,1990).

Yabancı ot mücadelesinde kullanılan kimyasalların zararları ortaya çıktıkça ve çevresel duyarlılık arttıkça, özellikle organik tarım uygulamalarında kimyasal olmayan mücadele yöntemlerine doğru bir eğilim olduğu gözlenmektedir (Şahin, 2012).

Elektrik akımı ile yabancı ot kontrolü yöntemi;

Elektrik akımı ile yabancı ot mücadele yöntemi, kimyasal olmayan yeni bir yöntemdir. Mikrodalga uygulamaları kadar bilinmese de, ilk çalışmalar 1970'li yıllarda yapılmıştır. Elektrik akımının yabancı ot üzerinden geçirilmesi ile uygulanan bu yöntemde, elektrik akımı etkisi ile meydana gelen ısıl etki, yabancı otların etkisiz hale getirilmesi amaçlanır.

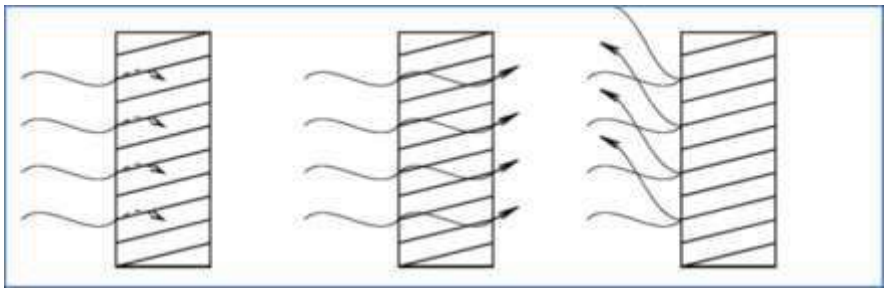
Elektriksel deşarj sistemi (EDS) olarak ta bilinen bu yöntemde elektrik gerilimi, bir transformatör yardımıyla yükseltilerek uygulanır. EDS de metal elektrot yabancı ota temas ettiğinde, elektrik akımı toprak yoluyla devresini tamamlayarak, bitki dokularındaki sıvıyı buharlaştırıp bitkinin yaşamını kısıtlar.

Mikrodalga yöntemi;

Mikrodalga ile yabancı ot kontrolü yöntemi, yabancı ot ve tohumlarının çimlenmesinin kısıtlanması ve belirli bir düzeyde çimlenmiş olan yabancı ot tohumlarının mikrodalgaya maruz bırakılarak etkisizleştirilmesi gibi çalışmalarla denenmektedir. Yapılan bir çalışmada, yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaların (1-1000 GHz) patojenlerin ve yabancı ot tohumlarının ısısını yükselttiği görülmüştür Bunun sonucunda da bitki gövde ve yaprakları solmuş ve kısa bir süre sonra da tamamen etkisizleşmiştir. (Davis, 1971; Nelson, 1996).

Mikrodalga ısıtma ile ilgili başlıca sorunlarından birisi olan; "düzgün olmayan sıcaklık dağılımı" çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Fakhouri ve Ramaswamy, 1993). Elektromanyetik alan ve sıcaklığın sayısal analizi ve mikrodalga ısıtmanın karakteristiği Funawatashi ve Suzuki 2003, tarafından da çalışılmıştır. Mikrodalga ile dielektrik ısıtmada enerji yoğunluğunun veya ısıl dağılımın doğru tespit edilmesi çalışmalarda oldukça önemli faydalar sağlamaktadır.

Mikrodalgalar elektriksel olarak nötr olan plastik, kağıt, cam ve seramik gibi malzemelerden geçerken, elektrik yüklü olan malzemeler tarafından soğrulur ve metaller tarafından da yansıtılır (Şekil 1.1), (Mullin,1995).



Şekil 1.1. Mikrodalganın maddelerle etkileşimi

Mikrodalga ısıtmada (ISM uygulamalarda) 2450 MHz ise kullanılır ve bu frekans bantları için endüstriyel ekipmanlar ticari olarak kolayca temin edilebilmektedir. ISM uygulamaları için farklı ülkelerde farklı frekanslar tahsis edilmiştir. Örneğin; İngiltere'de 42 MHz, 49 MHz, 56 MHz, 84 MHz ve 168 MHz'e, Avusturya, Hollanda, Portekiz, Almanya ve İsviçre'de ise 433.92 MHz'e, izin verilmiştir (Metaxas ve Meredith, 1993).

TEORİ

Tarımsal ürünlerin dielektrik özellikleri, tahıldaki nem içeriğinin ölçülmesi, dielektrik ısıtma uygulamalarında RF ve mikrodalgaya maruz bırakılan tarımsal ürünlerin davranışlarının doğru tespit edilmesi açısından önemlidir.

Mikrodalgaların çok geniş uygulama alanları olmasına rağmen, malzemelerle olan etkileşim mekanizması henüz çözülmüş değildir. Günümüzde, mikrodalga radyasyonun termal ısıtmaya alternatif olmasındaki tartışmalar, iyi bilinen "dielektrik ısıtma" üzerine değil, daha çok mikrodalganın spesifik etkisi üzerine yapılmaktadır (Kuşlu ve Bayramoğlu, 2011).

Dielektrik ısıtma üzerine yapılan çalışmalarda mikrodalga enerjide meydana gelen faz değişiminin dielektrik kayıplara da neden olduğu ifade edilmekte ve bunda dielektrik katsayısı (geçirgenlik) ve uyardığı moleküllerin hacminin de (kütle) kilit rol oynadığı vurgulanmıştır. Alan enerjisi ortama transfer edilirse, elektrik enerjisi kinetik veya ısıl enerjiye dönüşür. Bunun sonucunda polar ortamda meydana gelen "iç sürtünme" reaksiyonun olduğu karışımda ısınmaya neden olur. Ancak, yerel sınırlarda meydana gelen yansımalar ve kırılmalar "sıcak noktalar" ve "süper ısınma" ya neden olur (Baghurst ve Mingos, 1992). Bu işlem genellikle bir sürtünme modeli ile tanımlanır. Polar malzemelerin büyük bir kısmı mikrodalga ile temasında dielektrik kayıplar göstermektedir (Feng ve ark., 1997). Mikrodalga ve radyo frekansı ile ısıtmaya dielektrik ısıtma denir. Dielektrik (zayıf elektrik iletken) malzemenin çok hızla değişen bir elektrik alana maruz kaldığında malzeme içinde oluşan ısı, dielektrik ısıtma olarak tanımlanır. Bitkinin elektriksel direncinden (R) dolayı elektrik enerjisi bağıntı (1)'e göre ısıya dönüşür.

$$E = \frac{V^2 T_c}{R_P} \qquad (1)$$

Bir adet bitkiye transfer edilen enerji miktarı (E), bitkinin elektriksel direncine (R_P), elektrotların bitkiye temas süresine (T_c) ve uygulana gerilime (V) bağlıdır.

Elektrotların etkin temas süreleri ise (2) bağıntısı ile ifade edilmektedir. Burada, anlık olarak elektrotların temas ettiği bitki sayısı (n_c), elektrot uzunluğu (L), etkin elektrot genişliği (W_{eff}) ve bitki yoğunluğunun (D) çaprımına eşittir (Vincent, 2001).

$$n_c = L\ W_{eff}\ D \qquad (2)$$

Elektrik akımının meydana getirdiği yüksek sıcaklık ve buna bağlı olarak bitki bünyesindeki su ve diğer hayati sıvıların buharlaşması sonucu bitkiler ölmektedir.

Radyo frekanslı (RF) kurutma, hızlı ve hacimsel ısıtma, derin penetrasyon ve nemin kendi kendine denge etkisi nedeniyle gıda ve tarım ürünleri için etkili ve pratik bir dielektrik kurutma yöntemidir. Bununla birlikte, düzgün olmayan ısıtma ve meydana gelen kaçaklar, RF kurutma işleminin uygulanmasında hala büyük problemlerdir (Zhou ve Wang, 2019).

Tarımsal denemelerde bitkinin olduğu kadar, toprağın da dielektrik özellikleri ve topraktaki sıcaklık dağılımı da bazı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Brodie ve ark.,2007, tarafından yapılan çalışmada topraktaki sıcaklık dağılımı aşağıdaki bağıntı (3) ile tanımlanmıştır.

$$T = \frac{nw\varepsilon_o K'' \tau^2 E_o (e^{4\beta\gamma t} - 1)}{4k\beta^2 I_o(2\beta r_o)} \left[\frac{4\alpha\gamma t}{J_o(\alpha r_o) I_o(\beta r_o)^2} e^{-r^2/4\gamma t} + I_o(2\beta r) + \left\{ 2\beta I_1(2\beta r_o) + \frac{h\, I_o(2\beta r_o)}{k} \right\} (r_o - r) e^{-(r-r_o)^2/4\gamma t} \right] \cos\left(\frac{\pi}{a}\ x\right) \qquad (3)$$

Aynı çalışmada, mikrodalga enerji ile toprak arasındaki etkileşimin toprağın karışımına ve nem oranına göre değiştiği kaydedilmiştir.

Burada;

K'': Isıtılan malzemenin dielektrik kayıp faktörü

τ : Mikrodalga enerjinin malzemeye geçiş katsayısı

β : Dalga zayıflama faktörü (m^{-1})

γ : Kombine ısı ve nem difüzyon katsayısı

α : Dalga faz sabiti (m^{-1})

r_o : Mikrodalga ile ısıtılan silindirik objenin dış yarıçapı (m)

I_0 (x): Modifiye birinci tür Bessel foksiyonu

J_0 (x): Birinci tür Bessel foksiyonu

h: Dielektrik tabaka yüksekliği (cm)

k: Malzemenin ısıl iletkenliği ($Wm^{-1}K^{-1}$)

n: Isı ve nem difüzyonu büyüklük oranıdır.

Kavramlar

Herhangi bir malzeme elektromanyetik olarak üç parametre ile karakterize edilir;

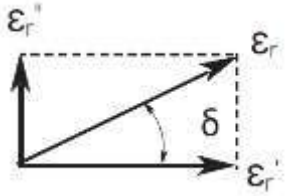
1- Permittivity (ε –elektrik alan geçirgenliği):

Elektromanyetik dalgaların malzeme ile olan etkileşimi malzemenin dielektrik özellikleri yakından ilgilidir. Elektrik alan geçirgenliği (permittivity), iletim, yansıma, dağılma ve kırılma gibi elektromanyetik özellikler malzemelerin dielektrik özelliklerine bağlı olarak ifade edilir. Malzemenin içerdiği az miktardaki su veya nem, malzemenin dielektrik özelliklerini önemli ölçüde etkiler.

Mikrodalgaya maruz kalan bir malzemenin ne kadar ısınacağı, malzemenin dielektrik özellikleri olan ε (permittivity) , ε' (dielectric constant) ve ε'' (dielectric loss factor) e bağlıdır. ε'nin birimi (F/m) Farad/metredir.

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon'' \qquad (4)$$

Burada, ε (permittivity) malzemenin nem içeriği, sıcaklığı ve yoğunluğuna göre değişim gösteren elektrik geçirgenliğidir. ε' (dielectric constant) dielektrik sabiti malzemenin depoladığı enerjiyi ifade eder. ε'' (dielectric loss factor) dielektrik kayıp faktörü ise enerji kaybını ifade eder.



$$tan\,\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{enegy\ loss\ per\ cycle}{energy\ stored\ per\ cycle} \qquad (5)$$

Bir materyalin $tan\ \delta$ (dielektrik kayıp tanjantı) değeri ne kadar büyük ise, mikrodalga enerjiyi soğurma kapasitesi de o kadar büyüktür demektir (Jacob et al., 1995).

2- Permeability (μ –manyetik alan geçirgenliği):

Elektromanyetik akı yoğunluğunun (B), manyetik alan şiddetine (H), oranı olarak ifade edilir (6).

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{\frac{Wb}{m^2}}{\frac{A}{m}} \qquad (6)$$

3- Conductivity (σ –iletkenlik):

İletkenlik ve direnç, birbirleriyle ters orantılıdır. İletkenlik düşük olduğunda, direnç yüksek olur, dirençlilik ($\rho - \ \Omega m$) düşük olduğunda, iletkenlik ($\sigma - \frac{1}{\Omega m}$) yüksektir (7).

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{\Omega m} = Siemens \qquad (7)$$

İletkenlik, elektriğin ne kadar kolay aktığını, elektrik direnci ise bir malzemenin elektrik akışına ne kadar direnç gösterdiğini ölçer.

Güç yoğunluğu:

Elektromanyetik alan enerjisi dielektrik malzemelerle etkileşimler yoluyla termal enerjiye dönüştürülür ve birim hacim için (P_v ,W/m^3) harcanan güç aşağıdaki (8) gibi ifade edilebilir:

$$P_{v\ =}\ 2.\pi.f.\varepsilon_0.\varepsilon'',E^2 \qquad (8)$$

Burada, f elektromanyetik alan frekansı (Hz), ε_0 boşluğun dielektrik sabiti (8.854×10^{-12} F/m), ve E ise elektrik alan şiddetini (V/m) göstermektedir (Von Hippel, 1954).

Penetrasyon (nüfuz) derinliği:

Bir nesnenin yüzeyinde elektromanyetik radyasyon meydana geldiğinde, bir kısmı yansıtılır ve kalan kısım malzemeye iletilir ve yavaş yavaş bozulur. RF gücünün nüfuz etme derinliği (dp, m) teorik olarak, elektromanyetik gücün yoğunluğunun malzeme yüzeyine giren orijinal değerin $1\ /\ e$ ($e\ =\ 2.718$) değerine düştüğü bir derinlik olarak tanımlanır (9). Bu parametre,

aşağıdaki denklemle hesaplanabilen üniform RF ısıtmasını sağlamak için uygun bir numune kalınlığı seçmek için kullanışlıdır.

$$d_p = \frac{c}{2\pi f \sqrt{2\varepsilon' \left[\sqrt{1+\left(\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}\right)^2}-1\right]}} \quad (9)$$

Burada c ışığın uzay boşluğundaki hızı (3×10^8 m/s) dır.

DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ

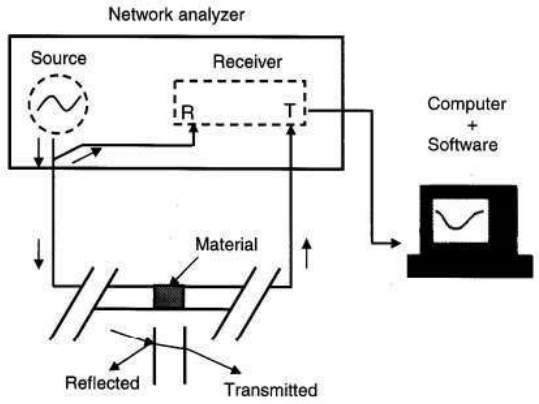
Doğruluk, kolaylık, malzemenin (formu) yapısı, şekli gibi birçok faktör, en uygun dielektrik ölçüm tekniği seçiminde önemlidir.

Ölçme yöntemi seçiminde dikkate alınacak faktörler:

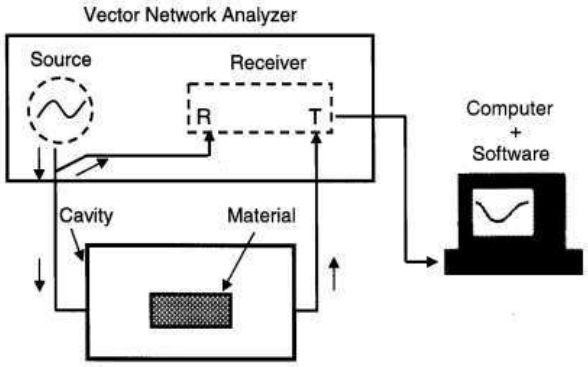
- Frekans aralığı
- Beklenen $\varepsilon_r ve\ \mu_r$ değerleri
- Gerekli ölçüm doğruluğu
- Malzeme özellikleri (yani homojen, izotropik)
- Malzemenin formu (yani, sıvı, toz, katı, tabaka)
- Örneklem büyüklüğü kısıtlamaları
- Tahribatlı veya tahribatsız oluşu
- Temaslı temassız
- Sıcaklık
- Maliyet

Malzemelerin dielektrik özelliklerini ölçmede farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları

a) Dalga kılavuzu ve koaksiyal iletim hattı yöntemi (Şekil 1.1)
b) Cavity (boş ortam) yöntemi (Şekik 1.2)



Şekil 1.1. Dalga kılavuzu-koaksiyal iletim yöntemi (Vankatesh, 2005)



Şekil 1.2. Cavity (boşluk) yöntemi (Vankatesh, 2005)

YAPILAN ÇALIŞMALAR

Hem gıda endüstrisi hem de biyomedikal endüstrisi, geçirgenliğin ölçülmesi için çeşitli uygulamalar yapmıştır. (Stuchly, 1982), farklı doku tiplerinin kendileriyle ilişkili farklı dielektrik özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir.

Gıda endüstrisinde ise, hindi ürünlerindeki yağ ve su içeriğinin miktarını tespit etmek için mikrodalga geçirgenlik analizi tekniklerini kullanmıştır (Sipahioğlu, 2003). Suyun tespiti ve konsantrasyonu, su molekülünün içsel polaritesine bağlı olarak geçirgenlikteki bir fark kullanılarak uzun süre ölçülmüştür.

Diğer biyomedikal uygulamalarda ise, (Liao, 2003) tarafından yapılan kan dolaşımındaki glikoz ölçümünü örnek gösterilebilir. Benzer şekilde, kanser hücrelerinin, çevreleyen dokularına göre nispeten daha yüksek bir nispi geçirgenliğe sahip olduğu ifade edilmiştir

(Surowiec, 1988). Bu yöntemi, invazif (yayılmacı) olmayan kanser hücrelerinin tespiti için kullanmak üzere birçok çalışma yapılmıştır.

Haşhaşın dielektrik özelliklerini etkileyen en önemli parametre tohumun içerdiği nemdir. Tohumun nemi ve hacim ağırlığıyla artarken dielektrik sabiti ve kayıp faktörü de artmış ancak, uygulanan frekansla azalma göstermiştir. Dielektrik katsayısının uygulanan frekansa bağlı değişimi, kayıp faktörü ve kayıp tanjantına göre daha düzenli olmuştur. İletkenlik değerleri, artan frekanstan ziyade artan nem içeriğiyle daha hızlı bir artış göstermiştir. (Saçılık ve Çolak, 2005).

Yapılan bir çalışmada, patates ve elma gibi gıda ürünlerinin, 4,9–7,05 GHz mikrodalga frekans bölgesinde dielektrik özellikleri ölçülerek taze veya bayat ürün olup olmadığı tespit edilmiştir. Geçirgenlik (ε permittivity) değerlerini elde etmek için kullanılan saçılma parametreleri (S parametreleri) vektör ağ analizörü (Vector Network Analyzer-VNA) cihazı ile ölçülmüştür (Ateş ve ark., 2017).

Mikrodalga destekli dezenfeksiyon işlemleri ve mikrodalga kurutma, geleneksel yöntemlere göre avantajlara sahiptir, çünkü hacimsel ısıtma tarımsal ürünlerin biyolojik bileşenlerini geleneksel ısıtma kadar bozmaz. Mikrodalga ısıtma yöntemlerini geliştirmek için ürünlerin dielektrik özelliklerinin (DP'ler) elde edilmesi gerekir. Elma, vişne, üzüm meyvesi ve portakal gibi literatürde farklı meyvelerin ve nektarlarının dielektrik özellikleri bildirilmiştir (Khaled ve ark., 2015).

Kırmızı ve yeşil mercimeğin mikrodalga ile nem içeriğini tespit edilmesinde bu ürünlerin dielektrik özelliklerinin kullanılabileceği yapılan çalışma ile ortaya konmuştur (Taheri ve ark., 2018). Benzer şekilde, gıdaların elektriksel özellikleri, gıda ürünlerinin nem oranı tespiti, tazelik bayatlık analizinde önemli bir yer tutar (Mudget, 1986).

Tarımsal ürün kalitesinin hızlı ve tahribatsız ölçülmesi için geliştirilen tekniklerde, ürünün nem, kimyasal bileşim, yapı ve doku gibi özelliklerinin bilinmesi gerekir (Ark and Perry, 1979). Dielektrik ölçümlerle ürüne zarar vermeden yapılan mikrodalga yöntemlerinin, kimyasal yöntemlere göre hızlı ve ucuz olduğu bilinmektedir. Özellikle tarım ve gıda ürünleri içerisinde bulunan su miktarının, dielektrik sensörler kullanılarak kolayca ölçülebilmesi ürün kalitesi için hayati bir özelliktir. Ürünlerin, en uygun hasat zamanını belirlemede ve depolama sırasında kalite tahribatsız kalite kontrolünde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ancak, bu tür tekniklerin geliştirilmesi elma örneğinde olduğu gibi, ürünün geniş bant dielektrik özellikleri,

hacimsel dielektrik geçirgenlik, geniş bantlı dielektrik tepkisi hakkında detaylı bilgi gerektirmektedir (Kafarski, et al.,2018).

Vidmar, (2005), tarafından geliştirilen bir mikrodalga yabancı ot mücadele düzeneği ile yapılan denemeler sonucunda, bu yöntemin tarımsal alanlarda kullanılan kimyasallar yerine tercih edilmesi önerilmiştir. Yabancı ot ve tohumlarına mikrodalga enerji uygulandığında, bitki ve tohumlarda yüksek sıcaklık ulaşılmasına neden olmakta ve bu sıcaklık su ile dolu olan ksilem dokusunu tahrip ederek bitkiyi öldürmektedir (Salisbury ve Ross, 1992).

Mikrodalga fırınlarda uygulanan alternatif elektromanyetik alan, gıda ürünlerindeki polar moleküller ve iyonların uyarılma, döndürme ve çarpışmasına yol açar. Bu moleküler sürtünme ısısı üreterek sıcaklık artışa neden olur. İki ana mekanizma, yani dipolar ve iyonik etkileşimleri, biyolojik maddeler içinde ısının nasıl oluştuğunu açıklar (Buffler, 1993 ve Ohlsson, 1993).

Mikrodalga enerji ile uygulanarak yapılan çalışmalarda, toprağın birkaç santimetre derinliğinde bulunan bitki kökleri ve tohumlarının da etkisizleştirildiği tespit edilmiştir (Diprose ve ark., 1984, Brodie ve ark., 2007).

Valezquez ve ark., 2008 çalışmalarında çavdar otu ve kolza tohumu çimlendirerek mikrodalgaya maruz bırakarak, çimlenen otsu türlerin mikrodalga yöntemiyle elimine edilebileceğini göstermişlerdir.

Yabancı otlarla mücadelede mikrodalga enerjisinin kullanılması günümüzde popülerlik kazanmıştır. Yüksek enerji temeline dayanan mikrodalgalar yabancı ot kontrolünde çok verimli bir şekilde kullanılmaktadır (Bajwa, 2015). Çevrede kimyasal kalıntı üretmeyen mikrodalgaların, bir yabancı ot kontrolü yöntemi olarak kullanılması iyi bir alternatif olarak gözükmektedir (Rana, 2018).

Deney koşulları altında yapılan çalışmada, istilacı türlerin (yabancı otların) tohum çimlenmesini engellemek için en iyi mikrodalga işleminin 2, 4, 6 kW güç 2, 4, 8 dk. süre ve %10, %13, %20, %30 toprak nemine bağlı olarak belirlenmesini amaçlanmıştır ve tohum gömme derinliği 2, 12 cm olarak belirlenmiştir (De Wilde, 2017). 2.45 GHz mikrodalga enerjinin uygulandığı toprakta, mikrodalgada işlenmemiş toprağa kıyasla buğday tane verimindeki artış elde edilmiştir. (Khan ve ark.,2016).

Yapılan başka bir çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; yeterli güç düzeyi ve sürelerle mikrodalgaya maruz kalan yabani hardal, yabani yulaf ve terede gibi yabancı ot örneklerinde

yüksek ölüm oranları elde edilmiştir. Daha düşük güç düzeyi ve sürelerle mikrodalga uygulamalarında ise kısmı ölüm oranları meydana gelmiştir (Sahin, 2015).

Yabancı ot ve tohumlarının elektrik akımı ve mikrodalga ile kısıtlanması çalışmalarında enerji verimliliğini sağlamak için, bitki ve toprağın elektriksel özelliklerini tam olarak bilinmesi gerekmektedir (Sahin, 2017 ve Sahin, 2014).

Çimlenme artışına yönelik RF maruziyetleri ile alfalfa tohumu iyileştirmesi ile ilgili yapılan çalışmada frekans, elektrik alan şiddeti, tohum nem içeriği, tohum sıcaklığı, varyant değişimi ve diğer faktörlerin etkisi tartışılmış ve tohum endüstrisinde pratik uygulama yönleri ele alınmıştır (Nelson,2018).

Khalafallah, 2009 yapılan çalışma sonucunda çimlenme taneleri, büyüme oranı (kuru ağırlık / hafta,cm^2) absorbans verimliliğinin kontrole kıyasla önemli ölçüde arttığı görülmüştür.

Su stresinin bitki yapraklarının dielektrik özellikleri üzerindeki etkisinin anlaşılması ve bitki örtüsü su stresini tespit etmek için yapılan çalışmada, su stresinin, münferit yapraklardaki rezonans frekansı üzerindeki belirgin etkisi istatistiksel olarak gösterilmiştir (Van, 2016).

SONUÇLAR

- Tarımsal ürünlerin dielektrik özelliklerinin tespiti çalışmalarında kullanılacak ölçme yöntemi seçimi çok önemlidir.
- Dielektrik özelliği tespit edilecek ürünün formu (katı, sıvı, toz vs.), yapısı, büyüklüğü, uygulanacak yöntem seçiminde dikkate alınmalıdır.
- Tarımsal ürünlerin dielektrik özelliklerinin tespit edilmesi, mikrodalga ile yapılan kurutma ve ısıl işlem uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadır.
- Gerek tarım endüstrisinde, gerekse gıda endüstrisinde ürün kalitesinin (tazelik/bayatlık) hızlı, doğru ve ekonomik olarak tespitinde, ürünün dielektrik özelliklerinin bilinmesi önemlidir
- Mikrodalga ve elektrikle yabancı ot mücadele yöntemlerinde, mikrodalga gücü, elektrik akımı gibi parametrelerin seçiminden önce mutlaka bitkinin elektrik ve dielektrik özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir.
- Elektrikle yabancı ot mücadele yönteminde, bitkini yanı sıra toprağında elektrik ve dielektrik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.
- Tarımsal ürünlerin kurutma işlemi sırasında ve sonrasında içerdiği su miktarının ölçülmesinde, dielektrik özelliklerin bilinmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

ARK, P.A. and Perry, W., "Application of high frequency electrostatic field in agriculture", The Quarterly Rewiev of Biology, vol.6, no:3, pp.277-287, 1979.

ASCARD, J. 1990. Weed control in ecological vegetable farming. In A. Granstedt (ed).Proceedings of the Ecological Agriculture, Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Seminar, 166, 178-184.

ATES, Kayhan; OZEN, Sukru; CARLAK, H. Feza. The freshness analysis of an apple and a potato using dielectric properties at the microwave frequency region. In: *2017 Progress In Electromagnetics Research Symposium-Spring (PIERS)*. IEEE, 2017. p. 1688-1693.

BAGHURST, David R. and Mingos, D. Michael P. Microwave Processing of Materials, The National Academies, 1992.

BAJWA, A. A., Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2015). Nonconventional weed management strategies for modern agriculture. Weed Science, 63(4), 723-747.

BRODIE, G., HAMILTON, S. And WOODWORTH, J.2007. "An assessment of microwave soil pasteurization for killing seeds and weeds," Plant Protection Quarterly, vol. 22, no. 4, pp. 143–149, 2007.

BUFFLER, CR. Microwave cooking and processing: engineering fundamentals for the food scientist. New York: Van Nostrand Reinhold; 1993.

DAVIS, F., WAYLAND, J., MERKLE, M., 1971. Ultrahigh-frequency electromagnetic fields for weed control: phytotoxicity and selectivity. Science, 173, 535–537.

DE WILDE, M., Buisson, E., Yavercovski, N., Willm, L., Bieder, L., & Mesléard, F. (2017). Using microwave soil heating to inhibit invasive species seed germination. Invasive Plant Science and Management, 10(3), 262-270.

DIPROSE, M. F. , Benson, F. A. and Willis, A. J. "The effect of externally applied electrostatic fields, microwave radiation and electric currents on plants and other organisms, with special reference to weed control," The Botanical Review, vol. 50, no. 2, pp. 171–223, 1984.

FAKHOURI, M. O., and Ramaswamy, H. S. (1993). Temperature uniformity of microwave heated foods as influenced by product type and composition. Food Research International, 26(2), 89– 95.

FENG, J.C., MENG,Q.U.,LIU,Y.,and DAI, L.,Org. Prep. Proc. Int. 1997, 29, 687-689.

JACOB, J.; CHIA, L. H. L.; BOEY, F. Y. C. Thermal and non-thermal interaction of microwave radiation with materials. *Journal of materials science*, 1995, 30.21: 5321-5327.

KAFARSKI, Marcin, et al. Evaluation of apple maturity with two types of dielectric probes. *Sensors*, 2018, 18.1: 121.

KHALAFALLAH, A. A., & Sallam, S. M. (2009). Response of maize seedlings to microwaves at 945 MHz. Romanian J. Biophys, 19(1), 49-62.

KHALED, Dalia El, et al. Fruit and vegetable quality assessment via dielectric sensing. *Sensors*, 2015, 15.7: 15363-15397.

KHAN, M. J., Brodie, G., & Gupta, D. (2016). Effect of microwave (2.45 GHz) treatment of soil on yield components of wheat (Triticum aestivum L.). Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 50(3), 191-200.

KUŞLU, Soner; BAYRAMOĞLU, Mahmut. MİKRODALGALAR İle Materyaller Arasındaki termal Olan ve Olmayan Etkileşimlerin İncelenmesi Ve Mikrodalga Kimyası. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2011, 8.3: 395-405.

LIAO, Xiangjun, et al. Dielectric properties of α-D-glucose aqueous solutions at 2450 MHz. *Food Research International*, 2003, 36.5: 485-490.

METAXAS,A., C. and Meredith R., J., 1993. Industrial Microwave Heating. IEE Power Engineering Series 4, Peter Peregrinus Ltd., London.

MUDGETT, R.E. 1986a. Electrical Properties of Foods "in, Engineering Properties of Foods, Eds M.A. Rao and S.S.H. Risvi" Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, 544 sayfa.

MULLIN, J., 1995. Microwave processing. In G. W. Gould (Ed.), New methods of food preservation (pp. 112–134). Bishopbriggs, UK: Blackie Academic and Professional.

NELSON, S. O. (2018). RF Electrical Seed Treatment to Improve Germination. In 2018 ASABE Annual International Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

NELSON, S., O., 1996. A review and assessment of microwave energy for soil treatment to control pests. Transactions of the ASAE, 39(1), 281–289.

OHLSSON, T. Domestic use of microwave ovens. In: Macrae R, Robinson, RK and Sadler, MJ, editors. Encyclopaedia of food science food technology and nutrition. Vol. 2. London: Academic Press; 1993. p. 1232-1237.

RANA, A., & Derr, J. F. (2018). Responses of Ten Weed Species to Microwave Radiation Exposure as Affected by Plant Size. Journal of Environmental Horticulture, 36(1), 14-20.

REVITT, D., M., Ellıs, J., B. and Llewellyn, N.R., 2002. Seasonal removal herbicides in urban runoff. Urban Water 4 (2002) 13-19.

SACILIK, Kâmil; COLAK, Ahmet. Dielectric properties of opium poppy seed. *Tarim bilimileri dergisi*, 2005, 11.1: 104-109.

SAHIN, H., & Saglam, R. (2015). A research about microwave effects on the weed plants. J Agr Biol Sci, 10, 79-84.

SAHIN, H., & Yalınkılıc, M. (2017). Using Electric Current as a Weed Control Method. European Journal of Engineering Research and Science, 2(6), 59-64.

SAHIN, H., (2014). Effects of microwaves on the germination of weed Seeds. Journal of Biosystems Engineering, 39(4), 304-309.

SALISBURY, F. B. and ROSS, C. W. 1992, *Plant Physiology*, Wadsworth, Belmont, California, USA, 4th edition.

ŞAHİN, H., 2012. Tarımsal Üretimde Yabancı Ot Mücadelesinde Mikrodalga Yönteminin Uygulanabilirliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

SIPAHIOGLU, Oya, et al. Characterization and modeling of dielectric properties of turkey meat. *Journal of Food Science*, 2003, 68.2: 521-527.

STUCHLY, Maria A., et al. Measurement of radio frequency permittivity of biological tissues with an open-ended coaxial line: Part II-Experimental results. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 1982, 30.1: 87-92.

SUROWIEC, Andrzej J., et al. Dielectric properties of breast carcinoma and the surrounding tissues. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1988, 35.4: 257-263.

TAHERİ, S., Brodie, G., Jacob, M. V., & Antunes, E. (2018). Dielectric properties of chickpea, red and green lentil in the microwave frequency range as a function of temperature and moisture content. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 1-17.

VAN EMMERIK, Tim, et al. Dielectric response of corn leaves to water stress. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2016, 14.1: 8-12.

VENKATESH, M. S.; RAGHAVAN, G. S. V. An overview of dielectric properties measuring techniques. *Canadian biosystems engineering*, 2005, 47.7: 15-30.

VELAZQUEZ-Martí, B., Gracia-López, C., & de la Puerta, R. (2008). Work conditions for microwave applicators designed to eliminate undesired vegetation in a field. Biosystems engineering, 100(1), 31-37.

VIDMAR, M., 2005. An Improved Microwave Weed Killer. Microwave Journal October 1, 2005.

VINCENT, Charles, Bernhard Panneton, and Francis Fleurat-Lessard, eds. *Physical control methods in plant protection*. (Page 174-179).Springer INRA Editions, 2001.

VON HIPPEL, A. R. Dielectric Properties and Waves; John Wiley: New York, 1954.

ZHOU, Xu; WANG, Shaojin. Recent developments in radio frequency drying of food and agricultural products: A review. *Drying Technology*, 2019, 37.3: 271-286.

BİR AMELİYAT MALZEMELERİ FABRİKASINDA HATA TÜRLERİ ANALİZİ

FAULT TYPE ANALYSIS IN A SURGERY EQUIPMENT FACTORY

Cansu KAYAN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Şanlıurfa/Türkiye

Fatma Mina ÖZTOP

Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, , Şanlıurfa/Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Şanlıurfa/Türkiye

ÖZET

Üretim fabrikalarında kalite kontrol aşamasında hata türleri analizi sıklıkla kullanılan bir yöntem olup, hata türlerini ortaya koyması ve düzeltici önlemlerin alınması için gerekli politikaların ve işlemlerin belirlenmesinde önemli rol oynayabilmektedir. Bu çalışma ile Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi'nde bir ameliyat malzemeleri üreten fabrikada 2018 yıllında aylara göre oluşan hatalar sınıflandırılmış ve bu hataların miktarı, oranı ve kabul edilebilirlikleri hesaplanmıştır. Böylelikle hataların azaltılması için uygun faaliyetlerin belirlenmesinde yardımcı bilgilere ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: hata türleri, kalite uygulamaları, ameliyat malzemeleri fabrikası

ABSTRACT

Defect types analysis is a frequently used method in the quality control stage in production factories and can play an important role in determining the policies and procedures necessary for revealing the fault types and taking corrective measures. In this study, faults categorized in Gaziantep Organized Industrial Zone in a factory producing surgery equipments according to months in 2018 and the amount, rate and acceptability of these faults were calculated. Thus, helpful information was obtained in determining the appropriate activities to reduce the faults.

Keywords: failure mode, quality executions, surgery equipments factory

GİRİŞ

Ülkemizde sağlık malzemeleri tasarımı ve üretimi gün geçtikte artan rekabet ortamında bir hayli önemli duruma gelmektedir. Medikal tekstil alanda üretim yapan firmalar rakiplerine fark

yaratabilmek için en iyi ürün elde etmeyi çabalamaktadırlar ve bu sebepten dolayı bütün üretim fabrikalarında olduğu gibi bu sektörde de en önemli unsur her zaman kaliteli ürün olmuştur. Sağlık malzemeleri üreten tekstil firmaları sağlık açısından ürünlerinde kalite düzeyini en üst seviyede tutmak zorundadırlar.

Üretim firmalarında kalite uygulamaları çok önemli rol oynamaktadır. Üretimin bütün aşamalarında kalite uygulamaları yapılmakta ve bu uygulanan yöntemler sayesinde gerekli önemler alınmaktadır. Günümüzde kalite aşamasında en çok uygulanan yöntem Hata Türü ve Etkileri Analizidir (HTEA). HTEA sonucunda elde edilen bilgiler sayesinde tasarım aşamasında, üretim aşamasında değişiklikler yapma, kullanılan malzeme yerine farklı malzeme kullanma, kalite kontrol ve kalite muayene ölçütlerini tekrar kontrol etme gibi kararların verilmesinde uygulandığından, bu yöntem karar verme aracı olarak da değerlendirilmektedir (Erdil ve Ekerim, 2018). HTEA oluşabilecek hataları üretim başlamadan tahmin yoluyla önleme amaçlı güçlü bir yöntem olarak bilinmektedir. HTEA çalışmaları hataların önüne geçebilecek hedefler, planlar hazırlanır. Bakım, operasyon ve kontrol talimatlarında uygulanabilecek değişimler belirlenir. Özellikler ve tasarım bakımından nasıl değişiklikler yapılabileceği, ihtiyaç duyulan bakım süresi, ihtiyaç olan bakım araç-gereci temin etme ve gerekli olan testler belirlenir (Elliott, 1998).

Literatür araştırmalarına bakıldığında HTEA yöntemini kullanarak farklı sektörlerde uygulamalar yapılmıştır ve sonuçlarına bakıldığında bu yöntem sayesinde önlemler alınarak daha kalite ürün elde etmeye çalışılmıştır. Bu çalışma diğer çalışmalardan farklı olarak Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi'nde medical tekstil ürünleri üreten (ameliyat malzemleri) bir fabrikada hata türleri, miktarları ve hata oranı belirlenerek 2018 yılında aylara göre bu hata türlerinin analizleri yapılarak üzerinde durulması gereken hatalar ele alınmıştır Hataların sebepleri belirlenerek sonuca varılıp ve önlemler alınmıştır.

HATA TÜRÜ VE ETKİLEİRİ ANALİZİNDE LİTERATÜR TARAMASI

Yılmaz (2000) , yaptığı çalışmasında hata türü ve etki analizi konusunu ele almıştır. HTEA nedir, ne amaçla kullanılır, süreci nasıldır, nerelerde uygulanır gibi genel konulardan bahsedilmiştir.

Yaylalı (2008), yaptığı çalışmasında Konya'da yerleşik damla sulama boruları üreten bir firmada damla sulama borularının ve bu borularda kullanılan damlalıkların, süreç aşamasında ortaya çıkabilecek olası hatalar ele alınmıştır. HTEA yöntemiyle hataları belirleyip ve önem derecesine göre risk öncelik sayısı hesaplanmıştır ve hesaplamalar sonucuna göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Yılmaz (2017) , yaptığı çalışmasında bir tekstil fabrikasında 3 ayrı departman (İplik üretim aşaması, dokuma süreci ve boyahane aşaması) incelenerek hatalar tespit edilmiştir. Üç aşamanın incelenmesindeki sebep entegre bir firma olduğu için bir kumaşın hazır hale gelmesi için bu üç

aşamadan geçmesidir. Hatalar da bu aşamalara göre belirlenip HTEA yöntemi ile olan hatalar ve ya olabilecek hatalar üzerinde önlemler alarak oluşmaları engellenmeye çalışılmıştır.

Karaçizmeli ve Kaya (2018), yaptıkları çalışmada pamuklu kumaş üreten tekstil terbiye işletmelerinde ürünlerin kalitesini iyileştirme çalışması yapılmıştır. Çalışmada kaliteyi düşüren hata türleri belirlenmiş ve en çok hata kaybına sebep veren hatalar üzerinde durulmuştur. Beyin fırtınası yardımıyla potansiyel hata sebepleri belirlenip hata önem düzeyi en yüksek olan potansiyel sebeplerle alakalı HTEA yöntemi uygulanarak daha detaylı araştırmalar yapılmıştır. Ve uygulama sonucunda en riskli olan nedenlerle ilgili önlemler alınmış ve uygulanmıştır.

Erdil ve Ekerim (2018), yaptıkları çalışmada buzdolabı donanım malzemeleri üreten bir firmada (ABC beyaz eşya şirketi) kapı menteşe bileşen malzemesi üzerine hata türü ve etkileri analizi çalışması yapılmıştır. HTEA yöntemi ile süreç takip edilmiştir. Süreç sonunda hataların önüne geçilip hedeflenen amaca ulaşılmıştır.

AMELİYAT MALZEMELERİ FABRİKASINDA HATA TÜRLERİ ANALİZİ

Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi'nde ameliyat malzemesi üreten bir firmada 2018 yılında aylara göre hata türleri sınıflandırılmış ve bu hata türlerinin miktarı, oranı ve kabul edilebilirlikleri hesaplanmıştır.

Firma tek kullanımlık örtü önlük grubu medikal tekstil ürünleri üretmektedir. Bunlar ; anestesi örtüsü, anjio örtüsü, artroskopi örtüsü, atroskopi örtüsü, ayak örtüsü, bacak kılıfı, bebek örtüsü, cereahi örtüsü, delikli bantılı örtü, delikli örtü, diz örtüsü, ekstremite örtüsü, genel cerrahi seti, göz örtüsü, hasta önlüğü, kalça örtüsü, korumalı cerrahi önlük, minör örtü, omuz seti, peruktan örtüsü, sezeryan örtüsü, sisteskopi örtüsü, standart cerrahi önlük, standart L önlük, tek poşlu oftalmik, tek poşlu oftalmik örtüsü, tur örtüsü ve yan bantlı örtü üretmektedir.

Firmada 6 bölüm bulunmaktadır ve hata türleri bütün bölümler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

- Kesim
- Dikim
- Laminasyon
- Montaj
- Temiz Oda
- Katlama

Yapılan gözlemler, tekrarlanan hatalar sonucunda kalite güvence ekibiyle birlikte hata konuları belirlenmiştir. Bunlar ;

- Ölçüsel hatalar
- Deliğin uygun yerde ve ölçüde olmaması

- Yanlış malzeme kullanımı
- Siparişe uygun ürün üretilmemesi
- Yırtık bozuk kumaş
- Poşların düzgün yapışmaması
- Katlama hataları
- Yön etiketlerinin yanlış yapışması
- Setlerin eksik olması

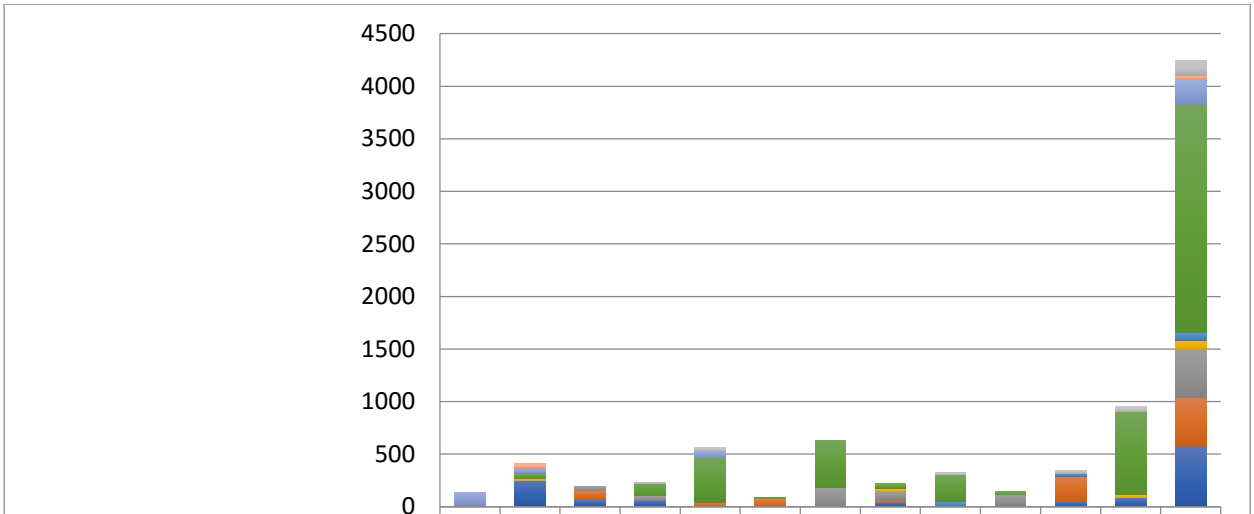
olarak sınıflandırılmıştır.

Hata türleri belirlendikten sonra detaylı incelemeler yapılarak hatanın kaynağı üzerine gidilmiştir ve hata kaynakları tespit edilmiştir. Hata kaynakları ;

- Makina
- Personel
- Tedarikçi

olarak belirlenmiştir.

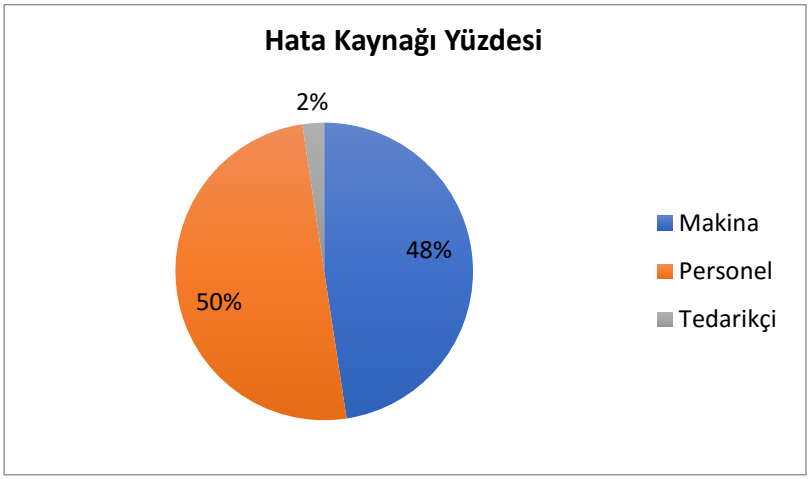
Firma sipariş adedine göre hatalı ürün miktarını hesaba katarak hata oranını hesaplamıştır. Firma hata kabul kriterini şirket politikası olarak benimseyerek %2 olacak şekilde belirlemişlerdir. Bir ürünün kabul edilebilirliği %2'den fazla ise hata türü, hata kaynağı ve hataya sebep olan bölümler dikkate alınarak önlemler alınmaya dikkat edilmiştir. Eğer hata işçiden kaynaklıysa uyarılmaktadır ama bu tekrarlanıyorsa yevmiyesi kesilmektedir. Hata makina kaynaklıysa makina tamir ediliyor eğer çözüm alınamıyorsa yeni makinalara yönelmektedirler. Tedarikçiden kaynaklıysa tedarikçiye ödenilen ücret geri alınmaktadır. Firmanın 2018 yılı aylara göre hata türü tablosu Tablo 1 de gösterilmiştir. Fabrikanın hata kaynağı incelendiğinde ise Tablo 2'deki sonuçla karşılaşılmaktadır.



	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	Genel Toplam
YÖN ETİKETLERİNİN YANLIŞ YAPIŞMASI				8	30				22		26	55	141
YIRTIK BOZUK KUMAŞ		40											40
YANLIŞ MALZEME KULLANIMI	125	50			64								239
SİPARİŞE UYGUN ÜRÜN ÜRETİLMEMEMSİ		50		123	422	12	447	45	252	31		780	2162
SETLERİN EKSİK OLMASI									50		28		78
POŞLARIN DÜZGÜN YAPIŞMAMASI		18						27	2			37	84
ÖLÇÜSEL HATALAR	10		43	40			183	84		102			462
KATLAMA HATALARI			80		45	75		21		3	240		464
DELİĞİN UYGUN YERDE VE ÖLÇÜDE OLMAMASI	5	250	70	62				42		8	52	85	574

Tablo 1: 2018 Yılı Aylara Göre Hata Türü Analizi

Tabloda görüldüğü üzere 2018 yılında en çok hata adedi aralık ayında görülmektedir. Aralık ayındaki toplam hata sayısı 957 olmakla birlikte en çok hata türü adedi ise siparişe uygun üretilmemesinden kaynaklanmaktadır.



Tablo 2: Hata Kaynağı Yüzdesi

Tabloda görüldüğü üzere hata kaynağına bakıldığında hatanın %50'si personelden kaynaklı olduğu görülmektedir. Bu fabrika için önemli bir konu olmaktadır. Personellere gerekli eğitimler verilerek üzerlerine gidilmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Tüm sektörlerde olduğu gibi medikal tekstil ürünleri üreten firmada da kalite her zaman önemli olmuştur. Kaliteyi bütün üretim aşamasında dikkate alarak olası hataların önüne geçebilmek için oluşan hataların üzerine giderek önlem almak gerekmektedir.

Bu fabrikadaki hata türleri göz önüne alarak 2018 yılı değerlendirme yapıldığında en çok siparişe uygun üretilmemesi hata türüyle karşılaşılmaktadır ve bu fabrika için ciddi kalite sorunu oluşturmaktadır. Maliyet ve termin olarak firmaya büyük sıkıntı yaratmaktadır. Bu konu üzerinde durularak sipariş üretime girmeden en başından üretim ekibi ve yöneticilerle yapılan toplantılarla siparişe uygun üretim yapmak için gerekli önlemler alınarak ilerlenmeye başlanmıştır. Ay olarak değerlendiğimizde de en çok aralık ayında hatalı ürüne rastlanmaktadır ve yine siparişe uygun üretilmemesi hata konusunda en çok hata adedinin olduğu görülmüştür. Fabrikanın hata kaynağını incelediğinde ise en çok hata adedi personellerden kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır. Personellere birebir görüşülerek hata kaynağının üzerine gidilmiş ve ihtiyaç durumunda tekrar eğitimler verilmiştir.

Fabrika hataların minimize edilmesi termin ve maliyet konusunda yarar sağlamaktadır. Özellikle maliyet konusu ciddi önem arz etmektedir çünkü yöneticiler fiyatlandırma yaparken %2 fire oranını hesaplayarak maliyetlendirme yapmaktadırlar.

KAYNAKLAR

Elliott, J. B. (1998). Risk analysis - two tools you can use to assure product safety and reliability. The Validation Consultant, Booth Scientific Inc.

Erdil, A., & Ekerim, A. (2018) Üretim Ve Hizmet Sektöründe Kalite Değerlendirilmesine Genel Bakiş: Üretim Sektöründe Hata Türleri Ve Etki Analiz Uygulamasi. *PressAcademia Procedia*, *7*(1), 170-175.

Karaçizmeli, İ. H., & Kaya, S. (2018) Tekstil Terbiye İşletmelerinde Pamuklu Kumaş Üretim Kalitesinin Artırılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, *3*(3), 251-257.

Yaylalı Ç., 2008. Kalite İyileştirmede Hata Türleri ve Etkileri Analizi ve Bir Üretim Sürecinde Uygulama, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bitirme Tezi

Yılmaz B.S., 2000. Hata Türü ve Etki Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 2, Sayı 4.

Yılmaz, M. (2017). Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Tekstil Sanayisinde Bir Uygulama (Doctoral dissertation, İstanbul Kültür Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/İşletme Anabilim Dalı).

ACİL MÜDAHELE EKİPLERİNİN ADLİ VAKA OLGULARINA MÜDAHELE YAKLAŞIMLARI

APPROACHES OF EMERGENCY INTERVENTION TEAMS TO THE CASES OF FORENSIC CASE

Doç. Dr. Aziz AKSOY

Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Acil Tıp Teknisyeni Tuba GÜNDÜZ

Batman 112 Acil Ambulans Servisi Başhekimliği

ÖZET

Acil müdahale alanları adli vakaların en sık karşılaştığı yerlerdir. Sağlık personelleri adli vakayı ilk gören, ilk konuşan ve müdahale eden sağlık ekibinin bir parçasıdır. Bu müdahale ekibinde yer alan tüm sağlık personellerinin Adli vakalar ve olası adli deliller konusunda dikkatli ve hassas davranmaları zorunludur. Karşılaşılan vakaların neredeyse %80'ni adli vaka durumunda olabilir. Her türlü ateşli silah ve patlayıcı madde, kesici, batıcı, delici, ezici alet yaralanmaları, trafik kazası, düşme, darp olgusu iş kazaları, zehirlenme, boğulma, yanıklar, elektrik çarpması, yabancı madde kaçması (oral veya anal yoldan), elle ve iple boğulma, diri gömülme, suda boğulma, intihar girişimleri, işkence ve kaza kaynaklı olduğundan şüphelenilen ölümleri adli vaka olarak değerlendirilir. Bu çalışma acil durum ekibinde yer alan sağlık personellerinin adli vakalara müdahaleleri ve müdahale sırasında, sonrasında yapması gerekenleri ne derece hassasiyetle ve doğru yaptıklarını incelemek amacıyla yapıldı. Çalışma Batman 112 Acil Ambulans Servisi Başhekimliğine bağlı Komuta Merkezi, müdahale ekibinde çalışan 50 sağlık personeline anket uygulanarak yapıldı. Adli vaka olgularını tanımlama ve bilme durumları, İlk yardım müdahalesi sırasında kullandıkları pansuman malzemelerini delil olarak saklama durumu, ateşli silah yaralanmasında yaranın bulunduğu alanı yıkayıp yıkamaması veya silme durumu, cinsel saldırı durumlarında vücutla temas eden bulaş kan ve diğer biyolojik vücut salgılarını (tükürük, sperm veya meni artığı) silme durumu, yaralının veya mağdurun elbiselerinin uygun bir şekilde çıkarılması, saklanması ve kimliklendirilerek saklanması, muhafaza edilmesi konusunda bilgi düzeyleri, personelin Adli vakaya yaklaşım konusunda eğitim alma durumu, ilgili form prosedürünü bilme durumu, yine delilleri toplama ve saklamada kanuni yükümlülükleri bilme ve olay esnasında tanık oldukları durumlarda mahkemede tanıklık etmekten çekinme durumları karşılaştırıldı. Çalışma sonuçlarına göre komuta merkezinde çalışan sağlık personellerinin adli vakaya müdahalelerinde ne derece bilgi ve donanıma sahip oldukları belirlendi.

Anahtar kelimeler: Adli Vaka, Acil Durum, İlk Müdahale, Delil Koruma

ABSTRACT

Emergency response areas are the most common places for forensic cases. Health personnel are the first to see the forensic case, the first to speak and interfere with the health care team. All health personnel in this response team must be careful and sensitive about forensic cases and possible forensic evidence. Almost 80% of the cases may be in forensic cases. All kinds of firearms and explosives, cutter, sinking, penetrating, crushers, traffic accidents, falls, beatings, occupational accidents, poisoning, suffocation, burns, electric shock, foreign matter escaping (oral or anal), drowning, burial, drowning, suicide attempts, torture and the deaths of suspected fatalities. This study was carried out to investigate the health personnel in the emergency team and their interventions in forensic cases and what they should do after and during the intervention. The study was carried out by applying a questionnaire to 50 health personnel working in the intervention team at the Command Center of Batman 112 Emergency Ambulance Service. health personnel; Defining and knowing the cases of forensic cases, storage of the dressing materials they used during the first aid intervention, washing or wiping the area of the wound in gunshot wounds, transmission of blood and other biological body secretions in contact with the body in cases of sexual assault (saliva, sperm or the status of wiping, the collection, storage and identification of the injured or the victim's clothes in a proper manner, their level of knowledge about keeping them, the training of the personnel in the approach to the forensic case, the state of knowing the related procedure, the legal obligations in collecting and storing the evidence. When they witnessed during the incident, they were compared to witnessing in court. According to the results of the study, it was determined how much knowledge and equipment they had in the intervention of the health personnel working in the command center.

Key words: Forensic Case, Emergency, First Response, Evidence Protection

GİRİŞ

Acil durumlarda olay yerine gidecek ilk müdahale ekiplerinden olan 112 acil sağlık hizmetleri görevlilerine, delilerin korunmasında büyük görevler düşmektedir. 112 acil sağlık hizmetlerinde görev yapan personelin delilleri koruması ve kayıt altına alması çok önemlidir. Suç ve suçlunun bulunabilmesi, mağdurun mağduriyetinin giderilmesi açısından ve sağlık personelinin hasta savunuculuğu rolünü yerine getirmesi açısından adli hekim, emniyet görevlileri veya savcı gibi görevli kişiler gelene kadar delillerin korunması gerekmektedir (1). 112 acil sağlık hizmetleri çalışanlarının adli olgularda müdahaleden önce yapılacak işlem prosüdürleri hakkında bilgilendirilme ve hukuki sorumluluklarını tanımlama amaçlı periyodik hizmet-içi eğitim almaları önemlidir (2, 3). Bu çalışmamın amacı; 112 açil sağlık hizmetlerinde görevli çalışanların adli vakalara müdahalede bilgi düzeylerini belirlemektir.

MATERYAL METOD

Kesitsel ve tanımlayıcı tipteki bu çalışmanın evrenini Batman il merkezinde bulunan Sağlık Bakanlığı Acil Yardım İstasyonları ve Komuta Kontrol Merkezinde (KKM) çalışan 50 sağlık çalışanı oluşturmuştur. Örneklem grubunu ilgili çalışma birimlerinden mesleki tabaka

ağırlığına göre seçilen 50 kişi oluşturmuştur. Veriler Mart-Mayıs 2019 tarihleri arasında araştırmacılar tarafından oluşturulan anket formunun Survey programı ile uygulanması şeklinde toplanmıştır.

BULGULAR

Tablo 1: Sosyo Demografik Özellikler

Demografik Özellikler		
Cinsiyet	**n**	**%**
Erkek	8	16%
Kadın	42	84%
Yaş Grubu		
18-27	23	46%
28-37	23	46%
38-47	4	8%
Öğrenim Düzeyi		
Lise	6	2%
Ön lisans	14	28%
Lisans	29	58%
Yüksek lisans	1	2%
Mesleki statü		
Sağlık memuru, ebe, hemşire	2	4%
Acil tıp teknisyeni	35	70%
Acil tıp teknikeri (paremedik)	13	26%

Araştırma grubunun %84,0`ı kadın çalışandan oluşmuştur. Katılımcıların büyük çoğunluğu 18-37 %92(46) yaş grubundadır. Grubun %58(29) lisans %28(14) ön lisans eğitimi almıştır. Personelin %100'ü 24 saat nöbet usulüne göre çalışmaktadır. Çalışanların %70(35)'i acil tıp teknisyeni olarak çalışmaktaydı (Tablo1).

Tablo 2: Katılımcıların Adli Vaka Yaklaşımları İlel İlgili Sorulara Verdikleri Cevaplar

	Evet		**Hayır**		**Kısmen**	
Sorular	n	%	n	%	n	%
Adli vaka tanımı bilme	46	92%	4	85%		
Daha öncesinde adi vaka ile ilgili ders, hizmet içi eğitim, seminer vb	45	90%	5	10%		
Adli vaka ile ilgili yeterli bilgi ve donanıma sahip olma	24	47%	4	9%	22	44%
Adli vakaları değerlendirmede sağlık personelinin sorumluluğu var mı?	42	84%	8	16%		
Kurumunuzda adli vaka sürecinin nasıl işlediği hakkında bilginiz var mı?	40	80%	10	20%		
Adli tıbbı ilgilendiren bir olay yaşadınız mı ?	17	34%	33	66%		

Acil sağlık çalışanlarının %92(46) si adli vaka tanımını bildiğini , %90(45) i daha öncesinde adi vaka ile ilgili ders, hizmet içi eğitim, seminer vb aldığını, eğitim alanların 47(24)'sı yeterli

olduğu, %44(22) kısmen yeterli olduğunu, %9(4)'nün ise kendisini yeterli görmediği bulunmuştur (Tablo2).

Tablo 3: Araştırma Grubunun Mesleki Yaşamında En Sık Karşılaştıkları Adli Olguların Yüzde Dağılımı

Adli olgular	**n**	**%**
Yaralanma ve bıçaklanmalar	18	35%
Aile içi şiddet – cinsel istismar	12	25%
İş kazaları	9	18%
Diğer	11	22%

Acil sağlık çalışanlarının büyük çoğunluğunun yaralanma ve bıçaklanmalar (%35(18), aile içi şiddet, cinsel saldırı, iş kazaları ve diğer adli olaylarla karşılaştıklarını belirmiştirler (Tablo3).

Tablo 4: Araştırma Grubunun Adli tıbbın amacı ile ilgili sorulara cevap verme durumları

Adli Tıbbın Amacı	**n**	**%**
Bilinmeyeni ortaya çıkarma	29	57%
Adaleti sağlama	7	15%
Ölüm nedenini tespit etme	12	25%
Diğer	2	3%

Acil sağlık çalışanlarının çoğunluğu adli tıbbın amacının bilinmeyeni ortaya çıkarma, adaleti sağlama, ölüm nedenini tespit etme ve diğer olduğunu ifade etmiştirler (Tablo 4).

Çalışmamızda eğitim durumu, çalışanlarının daha önce eğitim alma durumu ve çalışma yılı ile; Adli vaka tanımı bilme, Adli vaka ile ilgili yeterli bilgi ve donanıma sahip olma, Adli vakaları değerlendirmede sağlık personelinin sorumluluğunu bilme, Kurumunuzda adli vaka sürecinin nasıl işlediği hakkında bilgisinin olması arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($P<0,005$).

TARTIŞMA

Acil sağlık hizmetlerinde çalışan ekibin adli olgu tanımlama, delil koruma, adli tıbbın amacı algılarını tanımlamaya yönelik kesitsel nitelikli bu çalışmada yaralanma ve bıçaklanmalar, aile içi şiddet – cinsel saldırı, iş kazaları ve diğer adli olgular öncelikle tanımlanmıştır (4). Yaralanma ve bıçaklanmalar gerek bölgesel gerekse de ülke bazında 112 acil sağlık hizmetleri ve acil servis başvurularında önemli bir yer tutmakta ve acil sağlık çalışanlarına ciddi bir iş yükü oluşturmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde acil sağlık personelinin, adli olguların değerlendirilmesi ve delillerin korunması büyük önem taşımaktadır.Adli olgularda, kurşun, barut, hastanın giysisi, kan, tükürük, meni, saç, tırnak, iplik, cam parçaları, ısırma izleri, idrar, gaita fiziksel delil olarak nitelendirilmektedir.(5)

Çalışanların ilk yardım müdahalesi sırasında kullandıkları pansuman malzemelerini delil olarak saklama durumu, ateşli silah yaralanmasında yaranın bulunduğu alanı yıkayıp yıkamaması veya silme durumu, cinsel saldırı durumlarında vücutla temas eden bulaş kan ve diğer biyolojik vücut salgılarını (tükürük, sperm veya meni artığı) silme durumu, yaralının veya mağdurun elbiselerinin uygun bir şekilde çıkarılması, saklanması ve kimliklendirilerek saklanması, muhafaza edilmesi konusunda bilgi düzeyleri, personelin Adli vakaya yaklaşım

konusunda eğitim alma durumu, ilgili form prosedürünü bilme durumu, yine delilleri toplama ve saklamada kanuni yükümlülükleri bilme ve olay esnasında tanık oldukları durumlarda mahkemede tanıklık etmekten çekinme durumlarına verilen yaklaşık yarıdan fazlasının adli vaka sürecinin işleyişi hakkında bilgisiz olduğu tespit edilmiştir. Periyodik olarak düzenlenen hizmet içi eğitim programları ile acil sağlık çalışanlarının adli olgulara ilişkin görev, yetki ve sorumlulukları, delillerin korunması ve saklanması konusunda bilgi ve farkındalık düzeyleri artırılmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Baştürk, P. (2001) Acil Servis Başvurularının Adli Olgular Yönünden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.

2. 5237 sayı ve 26.09.2014 Tarihli Türk Ceza Kanunu http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5237.pdf, (15.11.2019).

3. 157682 sayı ve 22.12.2014 Tarihli "Acil Sağlık Hizmetleri Personelinin Adli Vakalarda Maddi Delillere Yaklaşımı Eğitim ve İşbirliği Protokolü'

4. Polat O, İnanıcı MA, Aksoy ME. (1997) Adli tıp ders kitabı. Nobel Tıp Kitabevi. İstanbul.

5. Genge, N. E. (2002) The Forensic Casebook: The Science of Crime Scene Investigation, pp.1-21, Random House Publishing Group, Westminster.

ŞANLIURFA'DA KADINLARIN KANSER TARAMA YÖNTEMLERİNİ BİLME VE KULLANMA DURUMLARI

Hemşire Berma Büşre DEMİR

Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Anabilim Dalı

Doç. Dr. Fatma KORUK

Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı

ÖZET

Çalışma, Şanlıurfa'da yaşayan kadınların kanser tarama yöntemlerini bilme ve kullanma durumlarını belirlemek amacıyla kesitsel tipte yapılmıştır. Çalışmanın evrenini, Şanlıurfa il merkezinde yaşayan kadınlar oluşturmuştur. Örnek seçiminde DSÖ'nün 30 küme örneklem tekniği kullanılmıştır. Her kümede 10 kişi olmak üzere, toplamda 300 kişiye ulaşılmıştır. Veriler, Tanımlayıcı Veri Toplama Formu aracılığı ile Şubat-Temmuz 2016 tarihleri arasında Şanlıurfa il merkezinde, yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak toplanmıştır. Araştırma için Harran Üniversitesi Etik Kurul'undan yazılı, katılımcılardan ise sözlü izin alınmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde; tanımlayıcı istatistiklerden yüzde, ortalama, standart sapma, tek değişkenli analizlerden Ki-kare ve T-testi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin kanser tarama yöntemi kullanma durumları üzerine birlikte etkisi çok değişkenli analizlerden Lojistik Regresyon Modeli Backward Stepwise (Conditional) yöntemiyle ile yapılmıştır. Çalışmaya katılan kadınların yaş ortalaması 35.33±10.3'tür. Kadınların %83.3'ü evli, %20.3'ü herhangi bir eğitim kademesine ve %27.0'si herhangi bir sosyal güvenceye sahip değildir. Kadınların %41.0'i kendi kendine meme muayenesi, %22.0'si mamografi, %20.0'si pap-smear, %3.7'si gaitada gizli kan ve %27.0'sikolonoskopi hakkında bilgi sahibidir. Yine kadınların %36.0'sı kendi kendine meme muayenesi yapmakta, %11.3'ü mamografi çektirmiş, %22.8'i pap-smear testi ve %6.1'i kolonoskopi yaptırmıştır. Çalışmada kanser tarama testlerini yaptırma durumunu etkileyen pek çok faktör belirlenmiştir. Ancak yapılan lojistik regrasyon analizinde, kadınların kendi kendine meme muayenesi yapmasını, ilkokul ve altında eğitim düzeyine sahip olma 2.7 kat, gelir getiren bir işte çalışmama 7.9 kat, kanser hastası veya kanserden yakınını kaybetmemiş olma 3.1 kat ve aile sağlığı elemanından kendi kendine meme muayenesi hakkında danışmanlık almama 62.0 kat; mamografi çektirmesini,

kanser hastası veya kanserden yakınını kaybetmemiş olma 4.5 kat; pap-smear testi yaptırmasını ise eşin ilkokul ve altında öğrenim düzeyine sahip olması 3.4 kat ve evde en çok konuşulan dilin Türkçe olmaması 2.3 kat olumsuz etkileyen faktörolarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kadınların kanser tarama yöntemlerini kullanma düzeylerinin düşük olduğu, bunun en büyük nedenin ise tarama yöntemlerine ait bilgi eksikliği olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda kadınlara kanserde erken tanı, tarama ve önleme konularında eğitimlerin düzenlenmesi, bireyden topluma kanser ve tarama yöntemleri hakkında farkındalık yaratılması önerilmektedir.

GİRİŞ

Kanser günümüzde, sıklığı özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan, tüm tıbbi gelişmelere karşın hastalık yükü, ölümcül olması ve insidans artışı eğilimi ile hem dünya hem ülkemiz için önemli bir halk sağlığı sorunudur (1).

Toplumun risk altında olan bölümü hedef alınarak, belirti ve şikayetler ortaya çıkmadan klinik test ve muayenelerle yürütülen her türlü sağlık hizmeti, kanser taraması olarak değerlendirilir (2). Kanser politikalarının daha çok önleyici olması, erken tanı ve tarama programlarına ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Kanserde erken tanı ile olası sağlık sorunlarının en az düzeye çekilmesi amaçlanmaktadır ve kadınların, kanser tarama yöntemi bilme ve kullanma durumlarının ölçülmesi son derece önemlidir. Bu nedenle çalışma Şanlıurfa merkez ilçelerde yaşayan kadınların kanser tarama yöntemlerini bilme ve kullanma durumlarını belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Araştırmanın Tipi

Araştırma kesitsel tipte yapılmıştır.

Yürütüldüğü Tarih

Araştırma, Şubat 2016-Mayıs 2019 tarihleri arasında yürütülmüştür

Araştırmanın Evreni ve Örneklem Seçimi

Araştırmanın evrenini, Şanlıurfa il merkezinde yaşayan ve 18 yaşından büyük kadınlar oluşturmuştur. Örnek seçiminde DSÖ'nün 30 küme örneklem tekniği kullanılmış ve her kümede 10 kadına, toplamda ise 300 kadına ulaşılmıştır (3).

Verilerin Toplanması

Veriler, veri toplama formu aracılığıyla yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak toplanmıştır. Veri toplama formu; sosyo-demografik özelliklerini içeren 13 soru ve kanser tarama yöntemlerini bilme ve kullanma durumlarını içeren 27 soru olmak üzere toplam 40 sorudan oluşmaktadır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesinde, tanımlayıcı istatistiklerden yüzde, ortalama, standart sapma; tek değişkenli analizlerden ki-kare ve t testi; çok değişkenli analizlerden lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Bulgular %95 güven aralığında 0.05 anlamlılık düzeyinde yorumlanmıştır.

Araştırmanın Etik Boyutu

Araştırmayı yapabilmek için Harran Üniversitesi Etik Kurulu'ndan yazılı izin ve çalışmaya katılmayı kabul eden kadınlardan sözlü onam alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya katılan kadınların yaş ortalaması 35.33±10.3'tür. Kadınların %83.3'ü evli, %20.3'ü herhangi bir eğitim kademesine ve %27.0'si herhangi bir sosyal güvenceye sahip değildir.

Kadınların %41.0'i kendi kendine meme muayenesi, %22.0'si mamografi, %20.0'si pap-smear, %3.7'si gaitada gizli kan ve %27.0'si kolonoskopi hakkında bilgi sahibidir. Yine kadınların %36.0'sı kendi kendine meme muayenesi yapmakta, %11.3'ü mamografi çektirmiş, %22.8'i pap-smear testi ve %6.1'i kolonoskopi yaptırmıştır.

Çalışmada, kanser tarama yöntemlerini bilme ve yaptırmayı etkileyebileceği düşünülen pek çok faktör analiz edilmiştir. Ancak, KKMM yapma durumu ile yaş, eğitim durumu, gelir getiren işte çalışma, eş yaş, meslek ve öğrenim durumu, evde konuşulan dil, sağlık güvencenin olması, kanser hastası olan veya kanserden hayatını kaybeden yakının

varlığı ve aile sağlığı elemanından KKMM ile ilgili danışmanlık almış olma durumu; mamografi çektirme durumu ile kanser hastası veya kanserden hayatını kaybeden yakının olması durumu; pap-smear testi yaptırma durumu ile yaş, medeni durum, eşin eğitim düzeyi, evde konuşulan dil ve son 6 ay içinde aile sağlığı elemanından pap-smear testi ile ilgili danışmanlık almış olma durumu açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunurken, kolonoskopi testi yaptırma durumu ile tüm bağımsız değişkenler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız ($p>0.05$) bulunmuştur.

Yapılan lojistik regrasyon analizinde; kadınların KKMM'si yapmasını, ilkokul ve altında eğitim düzeyine sahip olma 2.7 kat, gelir getiren bir işte çalışmama 7.9 kat, kanser hastası veya kanserden yakınını kaybetmemiş olma 3.1 kat ve aile sağlığı elemanından KKMM hakkında danışmanlık almama 62.0 kat; mamografi çektirmesini, kanser hastası veya kanserden yakınını kaybetmemiş olma 4.5 kat; pap-smear testi yaptırmasını ise eşin ilkokul ve altında eğitim düzeyine sahip olması 3.4 kat ve evde en çok konuşulan dilin Türkçe olmaması 2.3 kat olumsuz etkileyen faktör olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

TARTIŞMA

Çalışmaya katılan kadınların %41.0'inin KKMM yapmayı bildiği ve bu kişilerin %36.0'sının KKMM yaptıkları görülmüştür. Yapılan diğer çalışmaların sonuçları da benzer niteliktedir (5,8-13). Yine kadınların büyük çoğunluğu mamografi çektirmemiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kadınların mamografi çektirme bizim çalışmamız ile benzerdir (9,11,14). Literatürde kadının çalışıyor olması ve öğrenim düzeyinin artması ile KKMM'ni doğru ve düzenli yapma oranının da arttığı belirtilmektedir (7,8,13,15-17). Öğrenim düzeyi ve sosyo-ekonomik düzey arttıkça kadınların kendi sağlıkları ile ilgili sorumluluk almaları, duyarlılıklarının artması ve sağlık hizmetlerine ulaşımları kolaylaşmaktadır. Nitekim çalışmada, KKMM yapmayı, ilkokul ve altında öğrenim düzeyine sahip olmanın 2.7 kat, gelir getiren bir işte çalışmamanın 7.9 kat olumsuz etkilediği bulunmuştur. Yine yapılan çalışmalar da kanser tarama yöntemi kullanımının önündeki en büyük diğer engelin bilgi eksikliği olduğu, KKMM hakkında bilgisi olan, eğitim alan kadınların daha çok KKMM yaptığı belirtilmektedir (4,5,10,18-20). Çalışmada aile sağlığı elemanından KKMM hakkında danışmanlık almama, KKMM yapmayı 62.0 kat olumsuz etkileyen faktör olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, özellikle birinci basamakta çalışan sağlık profesyonellerinin eğitim ve danışmanlık sorumluluklarının önemini bir kez daha göstermesi bakımından önemlidir.

Yine çalışmada, kanser hastası veya kanserden hayatını kaybeden yakının varlığının olmaması KKMM yapmayı 3.1 kat ve mamografi çektirmeyi 4.5 kat olumsuz etkileyen faktör olarak belirlenmiştir. Ailede kanser öyküsünün olması, genetik olarak riskin olması şeklinde algılanabilmekte veya çevrelerinde kanser hastası bireyin olması kadınları kanser tarama yöntemleri kullanma konusunda daha duyarlı hale getirebilmektedir.

Kadınların öğrenim düzeyleri pap-smear testini yaptırmayı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Yapılan bir çok araştırmada kadınların eğitim seviyesinin yükselmesi ile pap-smear testi yaptırma düzeylerinin de arttığı belirtilmektedir (21-23). Ancak çalışmada kadının öğrenim düzeyinden çok eşinin öğrenim düzeyi pap-smear testi yaptırmayı etkileyen faktör olarak belirginleşmiştir. Eşin ilkokul ve altında öğrenim düzeyine sahip olması pap-smear testini yaptırmayı 3.4 kat olumsuz etkileyen bir faktör olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, Şanlıurfa'nın ataerkil yapısına bağlı olarak pek çok kararda olduğu gibi sağlıkla ilişkili kararlarda da erkeklerin karar verici konumda olmaları ile ilişkili olabilir. Yine çalışma da evde en çok konuşulan dilin Türkçe olmaması pap-smear testini yaptırmayı 2.3 kat olumsuz etkileyen faktör olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, kanser tarama ile ilgili hizmetlerin erişim ve kullanımda dilin etkili bir faktör olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Çalışma kadınların GGK testi ve kolonoskopiye ilişkin bilgi düzeyleri oldukça düşüktür. Çalışmadaki kadınların tamamının, bu her iki teste ilişkin aile sağlığı elemanından hiç danışmanlık almadığı dikkate alındığında, bu sonuçların muhtemelen bilgi eksikliğine bağlı olduğu düşünülebilinir. Sağlık profesyonellerinin bilgilendirme ve danışmanlık yapmaları bu testlerin kullanımını artıracak önemli bir faktör olduğundan, sağlık profesyonellerinin konu ile ilgili bilgi ve deneyimleri ön plana çıkmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonuçlarına göre kadınların kanser tarama yöntemlerini kullanma düzeylerinin düşük olduğu, bunun en büyük nedenin ise tarama yöntemlerine ait bilgi eksikliği olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda kadınlara kanserde erken tanı, tarama ve önleme konularında eğitimlerin düzenlenmesi, bireyden topluma kanser ve tarama yöntemleri hakkında farkındalık yaratılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ankara Üniversitesi Açık Erişim Sistemi. Kanseri Önleme ve Erken Tanı. URL:http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/32400/Kanserde%20prevansiyon.pdf,2019.
2. Forman D, Ferlay J. The Global andRegionalBurden of Cancer. In: Stewart BW, Wild CP (eds). IACR World Cancer Report 2014. Lyon, France: International AgencyforCancerReports (IACR) Publications 2014:16-53.
3. Training forMid-levelManagers: The EPI CoverageSurvey. Geneva: World HealthOrganization, 1991 (UnpublishedDocument WHO/EPI/91.10; AvailablefromVaccinesandBiologicals, World HealthOrganization, 1211 Geneva 27, Switzerland).
4. Büyükkayacı Duman N, Yüksel Koçak D, Albayrak SA, Topuz Ş, Yılmazel G. Kırk Yaş Üstü Kadınların Meme ve Serviks Kanseri Taramalarına Yönelik Bilgi ve Uygulamaları. Hemşirelik Akademik Araştırma Dergisi 2015; 1(1):30-38.
5. Aker S, Öz H, Kaynar Tuncel E. Samsun'da Yaşayan Kadınların Meme Kanseri Erken Tanı Yöntemleri ile İlgili Uygulamaları ve Bu Uygulamaları Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi. EuropeanJournal of BreastHealth2015; 11: 115-122.
6. Kılıç MS. Jinekolojik Muayeneye Gelen Kadınlarda Olan Anksiyeteye Hemşirelik Yaklaşımının Etkisi. Fırat Üniversitesi Hemşirelik Programı Doktora Tezi. 1994, Ankara.
7. Özer A, Bankaoğlu E, Ekerbiçer HÇ, Hüdayioğlu MR, Özdemir M. Kahramanmaraş'ta Yaşayan Bir Grup Kadının Kendi Kendine Meme Muayenesi Yapma ve Mamografi Çektirme Durumu İle Bunları Etkileyen Faktörler. Toplum Hekimliği Bülteni Ocak-Nisan 2009; 28(1):14-19.
8. Çoskun Güner İ, Tetik A, Gönener HD. Kadınların Kendi Kendine Meme Muayenesi (KKMM) İle İlgili Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi. Gaziantep Tıp Dergisi 2007:55-60.
9. Koç Z, Sağlam Z. Kadınların Meme Kanseri, Koruyucu Önlemler Ve Kendi Kendine Meme Muayenesi İle İlgili Bilgi Ve Uygulamalarının Belirlenmesi Ve Eğitimin Etkinliği. Meme Sağlığı Dergisi 2009; 5(1):25-33.
10. Sönmez Y. Meme ve Serviks Kanserinde Erken Tanı Yöntemlerinin Kullanımı Konusunda Kadınların Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Değerlendirilmesi. T.C. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 2011:61.
11. Erkal Aksoy Y, Çeber Turfan E, Sert E, Mermer G. Meme Kanseri Erken Tanı Yöntemine İlişkin Engeller. EuropeanJournal of BreastHealth2015; 11:26-30.
12. Özen B, Zincir H, Kaya Erten Z, Özkan F, Elmalı F. Genç Kadınların Meme Kanseri ve Kendi Kendine Meme Muayenesi Konusunda Bilgi ve Tutumları ile Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları. EuropeanJournal of BreastHealth2013; 9:200-204.
13. Altunkan H, Akın B, Ege E. 20-60 Yaş Arası Kadınların Kendi Kendine Meme Muayenesi (KKMM) Uygulama Davranışları ve Farkındalık Düzeyleri. Meme Sağlığı Dergisi 2008;4(2):84-91.
14. Bayçelebi G, Aydın F,Gökosmanoğlu F,Tat T, Varım C. Trabzon'da Kanser Tarama Testleri Farkındalığı. Journal of Human Rhythm 2015; 1(3):90-94.
15. Dişçigil G, Şensoy N, Tekin N, Söylemez A. Meme sağlığı: Ege Bölgesinde Yaşayan Bir Grup Kadının Bilgi, Davranış ve Uygulamaları. Marmara MedicalJournal 2007; 20(1):29–36.

16. Kılıç M, Uçar S. Kendi Kendine Meme Muayenesi Bilgi ve Uygulamasının GATA Eğitim Hastanesinde Görevli Hemşire, Hemşirelik Öğrencileri ve Hastaneye Müracaat Eden kadın Hastalarda Araştırılması. Gülhane Tıp Dergisi 2006; 48:200-204
17. Öztürk M, Engin VS, Kişioğlu AN, Yılmazer G. Effects of Education on KnowladgeandAttitude of Breast Self ExaminationAmong 25+ YearsOldWomanEastern. Journal of Medicine 2000; 5:13-17.
18. Özcan S, Keklikçi İ, Saatçı E, Bozdemir N. Aile Hekimliği Polikliğine Başvuran Kadınların Kendi Kendine Meme Muayenesi Hakkında Bilgi Tutum ve Davranışları. 4. Uluslararası Üreme Sağlığı ve Aile Planlaması Kongresi, Kongre Kitabı. Ankara: 2005. s. 231.
19. Tekpınar H,Aşık Z, Özen M. Aile Hekimliği Polikliniğine Başvuran Hastaların Kanser Taramalarına İlişkin Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi. Türkiye Aile Hekimliği Dergisi 2018; 22(1):29-36.
20. Maral I, Budakoğlu İ, Özdemir A. Meme Kanseri Taraması: 40 Yaş Üzeri Kadınlar. 4. Uluslar Arası Üreme Sağlığı ve Aile Planlaması Kongresi, Kongre Kitabı; Gölbaşı-Ankara: 2005. s. 310.
21. Ünalan P, Baş G, Atalay A, Kasapbaş T, Kurt S, Uzuner A. Marmara Üniversitesi Kadın Doğum Polikliniğine Başvuran Kadınların PapSmear Konusundaki Bilgileri Ve Test Sonuçları. Zeynep Kamil Bülteni. 2005; 36(4):147-151.
22. Kalyoncu C, Işık B, Özalp S, Küçük N. Osmangazi Üniversitesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniğine Başvuranların PapSmear Hakkında Bilgi, Tutum ve Davranışları. Sağlık ve Toplum Dergisi 2003; 13:60-66.
23. Demirgöz Bal M. Kadınların Pap-Smear Yaptırma Durumlarının Sağlık İnanç Modeli Ölçeği İle Değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2014; 4(3):133-138.

Tablo 1. Kadınlarda Kanser Tarama Yöntemlerini Etkileyen Faktörlerin Lojistik Regresyon Modeli

Lojistik Regresyon Modeli					
Etkileyen Faktörler*	**B**	**P**	**OR**	**%95 CI**	
				Lower	Upper
KKMM Yapma					
Yaş	-0.003	0.954	0.997	0.891	1.116
Çalışma Durumu	2.077	**0.001**	7.982	2.250	28.315
Sağlık Güvencesi	0.470	0.328	1.600	0.624	4.102
Evde En Çok Konuşulan Dil	0.472	0.252	1.604	0.714	3.600
Eğitim Durumu	0.995	**0.033**	2.704	1.085	6.740
Son 6 Ay İçinde Aile Sağlığı Elemanından KKMM'si Danışmanlığı Alma Durumu	4.128	**>0.001**	62.041	16.560	232.422
Kanser Hastası veya Kanserden Hayatını Kaybeden Yakının Varlığı	1.133	**0.004**	3.106	1.428	6.755
Eş Yaş	0.014	0.789	1.015	0.913	1.128
Eş Eğitim Durumu	-0.013	0.986	0.987	0.222	4.399
Sabit	**-6.801**	**0.000**	**0.001**		
Mamografi Çektirme					
Kanser Hastası veya Kanserden Hayatını Kaybeden Yakının Varlığı	1.509	**0.025**	4.521	1.213	16.851
Sabit	**1.232**	**0.004**	**3.429**		
Pap-Smear Yaptırma					
Evde En Çok Konuşulan Dil	0.875	**0.050**	2.399	1.002	5.743
Eş Eğitim Durumu	1.233	**0.037**	3.430	1.075	10.947
Sabit	**0.522**	**0.012**	**1.737**		