



5TH INTERNATIONAL GAP MATHEMATICS - ENGINEERING SCIENCE AND HEALTH SCIENCES CONGRESS

FULL TEXTS BOOK

EDITOR: ASSIST. PROF. DR. ERMAN ALTUNISIK
ISBN: 978-625-7687-23-2



FULL TEXTS BOOK

5th INTERNATIONAL GAP MATHEMATICS-ENGINEERING- SCIENCE AND HEALTH SCIENCES Congress

EDITOR:

Assist. Prof. Dr. Erman ALTUNISIK

All rights of this book belong to ISPEC Publishing House

Authors are responsible both ethically and juridically

ISPEC Publications - 2020©

<https://www.gapzirvesi.org/>

Issued: 18.12.2020

ISBN:978-625-7687-23-2

TITLE OF CONGRESS
**5th INTERNATIONAL GAP MATHEMATICS-
ENGINEERING-SCIENCE AND HEALTH SCIENCES
Congress**

CONGRESS PLACE AND DATE
December 4-6,2020
Sanliurfa, Turkey

ORGANIZING COMMITTEE

Dr. Huseyin ERIS

Harran University

Dr. Hasan CIFTCI

Harran University

Dr. Ayşe ERKMEN

Gaziantep University

Dr. Elvira NURLANOVA

Tver State University

Dr. Veli BATDI

Kilis 7 Aralık University

Dr. Mehriban EMEK

Adıyaman Üniversitesi

Feray KABALCIOĞLU BUCAK

Harran University

COORDINATOR

Alina AMANZHLOVA

SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. Esra SİVEREKLİ, Harran Üniversitesi
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 ƏLİYEV, 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, Nakhchivan 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 Tetik, İnönü University
Dr. Yasemin KÜÇÜKÖZKAN, Osmaniye State
Hospital
Dr. Kerem ASMAZ, Yıldız Technical
University
Dr. Ayşe Feyda NURSAL, Hitit University
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. İsmail Şah Harem, Harran University
Dr. Deniz Korkmaz, Harran University
Dr. Birten Emre, Harran University
Dr. Nilgün Paksoy, Harran University
Dr. Ali İNAN, Van 100 Yıl University
Dr. Şeyma AYDEMİR, Hitit University
Dr. Rıdvan KALAÇ, Van 100 Yıl University

PHOTO GALLERY



Recording...

2020
ŞANLIURFA

**5. ULUSLARARASI GAP MATEMATİK-
MÜHENDİSLİK-FEN VE SAĞLIK
BİLİMLERİ KONGRESİ**



Remaining : 09:58:17

**BESİN ÖĞELERİNİN VE BESLENME
MODELLERİNİN OTİZM SPEKTRUM
BOZUKLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ**

Ar. Gör. Tuğçe ÖZLÜ
Dyt. Miray DUMAN
Dr. Öğr. Üyesi Dilek ARDUZLAR KAĞAN

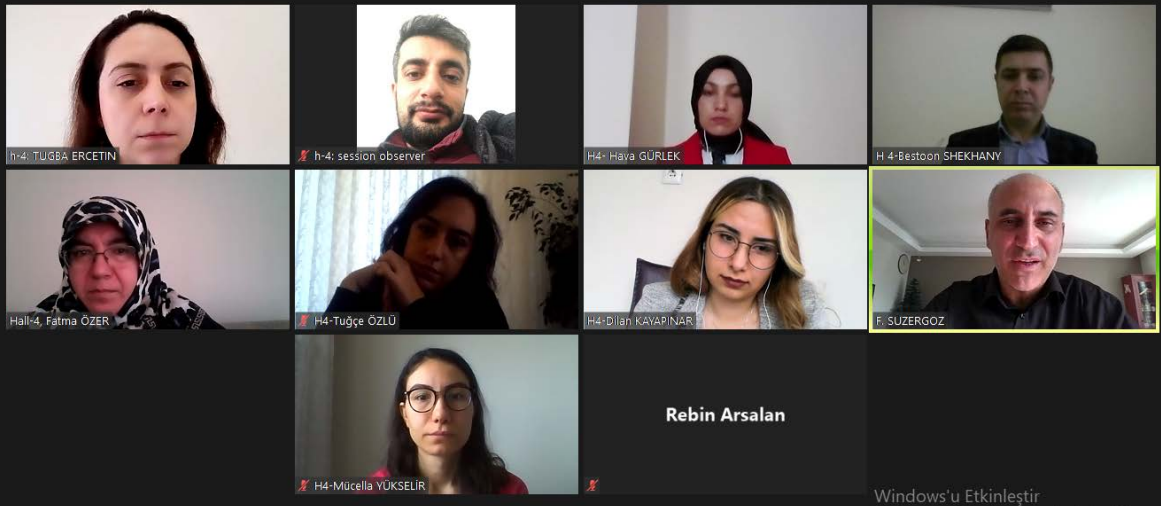


h-4: session observer
H4-Tuğçe ÖZLÜ
H4-Dilan KAYAPINAR

Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Recording...

Remaining : 09:03:27



H4-TUGBA ERCETIN
h-4: session observer
H4-Hava GÜREK
H 4-Bestoon SHEKHANY
H4-Fatma ÖZER
H4-Tuğçe ÖZLÜ
H4-Dilan KAYAPINAR
F. SUZERGOZ
H4-Mucella YÜKSELİR
Rebin Arsalan

Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Recording...

Remaining : 09:29:09



A STUDY ON QUALITY CRITERIA OF LICORICE SHERBET AS TRADITIONAL DRINK

Hava GÜRLEK
Assist. Prof. Ebru UYAR

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
December, 2020

Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

H4- Hava GÜRLEK

Recording...

You are viewing H 4- Bestoon SHEKHANY's screen

View Options

Remaining : 09:36:54

Background:

Drug resistance encountered in the treatment of bacterial infections is one of the most important health problems.

Approximately thousands of people die each year due to resistance to antimicrobial drugs.

Therefore, new antimicrobial agents are needed for the development of drug resistance and the fatal diseases resulting from this development.

Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

H 4- Bestoon SHEKHANY

Unmute Start Video

Participants 10 Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions

Leave Room



MECHANICAL PROPERTIES OF RCC MIXTURES WITH VARIOUS BASALT FIBER CONTENT

Asst. Prof. Dr. AHMET ONUR PEHLİVAN

*Maltepe University, Department of Civil Engineering, Maltepe/Istanbul



Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

5. INTERNATIONAL GAP CONFERENCE ON MATHEMATICS- ENGINEERING- SCIENCE AND MEDICAL STUDIES
December 4-6, 2020

Recording... Remaining : 06:54:08 Speaker View Exit Full Screen

H4-Deniz Can VURAL Hall-4, Session Observer - Ali Hall-4, Isıl Sanrı Karapınar Hall-4, Onur Pehlivan

Hall-4, Müslüm Murat MARAŞ Hall-4, Elif Özsoy H4-Nazmi ÖZTEKİN Hall-4, Nihan KOCAMAN PAVLO...

H4 - DIA EDDIN NASSANI Duygu Gonca

Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Leave Room

Recording... You are viewing H4 - DIA EDDIN NASSANI's screen View Options Remaining: 06:53:35

Inbox (18) - diaeddinnassar Join conversation Google Translate Base isolation: video de X

https://www.youtube.com/watch?v=ZqXp3czrIM

YouTube

Search

Base isolation: video demonstration

61,844 views • 1 Mar 2008

Up next

Dynamic Isolation Systems: Base Isolation

Dynamic Isolation Systems, 7.5K views • 6 years ago

Loreena McKennitt - The Book Of Secrets (Full Album)

erhan çaliskan, 1.3M views • 2 years ago

Ace of Base - Beautiful Life (Official Music Video)

Ace of Base, 77M views • 5 years ago

Swan Lake Suite, Op. 20: Scene: Enchanted Lake

Royal Philharmonic Orchestra, 650K views • 6 years ago

J.S. Bach: The Violin Concertos

Brilliant Classics, 15M views • 2 years ago

Masum Akg (Kürdi Saz Semaisi)

Gökseil Baktagir Official, 100K views • 6 years ago

Windows'u etkinleştirin

Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Berkhan - Duman (Official)

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Leave Room

Recording... You are viewing H-4 Fatih KANTARCI's screen View Options Remaining: 05:45:35

Surum - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilmedi)

5. Uluslararası GAP MATEMATİK MÜHENDİSLİK-FEN VE SAĞLIK İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

2020

ŞANLIURFA

giriş

✓ Beton bina, yol, tünel, baraj, köprü ve liman gibi farklı uygulama alanlarında tercih edilen bir yapı malzemesidir (Blaszczynski ve Krol, 2015; Choate, 2003).

✓ Betonun en önemli bileşeni ise çimentodur. Portland çimentosu, yıllık 4 milyar ton üretim kapasitesi ve % 4 büyümeye oranıyla tüm dünyada tercih edilen yapı malzemesidir (USGS, 2014).

✓ 1 ton çimento üretimi için yaklaşık 1 ton CO₂ salınımının meydana geldiği bilinmektedir (Davidovits, 1994; Malhotra, 1999; Kajaste ve Hurme, 2016).

✓ Dünya CO₂ salınımının %7'sinin çimento üretiminden kaynaklandığı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Kajaste ve Hurme, 2016; Meyer, 2009; Shi vd. 2012; Wallah ve Rangan; 2006).

✓ Önümüzdeki bir kaç yıl içerisinde ise bu oranın %17'e çıkacağı tahmin edilmektedir (El-Gamal ve Selim, 2017; Damilola, 2013).

İÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dr. Fatih Kantarcı

Windows'u etkinleştirin

Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Leave Room

Ara 'Vurgula'

The Hyper Zagreb Index on Graphs



Ezgi KAYA
Iğdır University, Turkey
ezgi.kaya@igdir.edu.tr
[Joint work with A. Dilek Maden]

"5. International Gap Conference on Mathematics-Engineering-Science and Medical Studies", Sanliurfa, Turkey"

December 5th, 2020

H3-Moderator Ezgi Kaya
h-3 OBSERVER
H-3 Zehra Betül GÜR
Hali-3, Kemal Tokar
SERDAR ACAR
H3-Didem Polat Gün...

Acrobat Pro DC ile PDF'leri dönüştürün ve düzenleyin

h-3 OBSERVER
H3-Moderat...
H-3 Zehra Betül ...
Hali-3, Kemal...
H3-Didem P...

Adobe Acrobat Reader DC

sunum-zehra (1).pdf x

1 / 30

ON q -CONGRUENCES INVOLVING q -GENERALIZED CATALAN NUMBERS

Zehra Betül Gür, Neşe Ömür and Sibel Koparal

Kocaeli University, Mathematics Department, 41380, İzmit Kocaeli Turkey.

December 2020

(Kocaeli University) ON q -CONGRUENCES 04-05 1 / 30

Ara Ölç

PDF'yi Dışa Aktar

Adobe Acrobat Pro DC

PDF Dosyalarını Çevrimiçi olarak Excel Dosyalarına Dönüştürün

Daha fazla

PDF'yi Düzenle

PDF Oluştur

Yorum Yap

Dosyaları Birleştir

Acrobat Pro DC dönüştürün ve

Ücretsiz Deneme Sü

Remaining : 0

Presentation2 - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilemedi)

TASARIM GEÇİŞLER ANIMASYONLAR SLAYT GÖSTERİSİ GÖZDEN GEÇİR GÖRÜNÜM

Özel Slayt Gösterisi Slayt Gösterisi Slayd Gizle Zamanlama Slayt Gösterisini Kaydet Ayarla

Anlatımları Yürüt Zamanlamaları Kullan Medya Denetimlerini Göster

Monitör: Otomatik

Sunucu Görünümünü Göster

Monitörler

Uluslararası Katılımlı & Hakemli
6. GAP ZİRVESİ KONGRELERİ
4-6 Aralık 2020
Şanlıurfa

THEORETICAL INVESTIGATION OF Ag-DOPED HYDROXYAPATITES

SERDAR ACAR

h-3: GOKHAN BASAR

H-3: OBSERVER

h-3: Ömer Gezginaslan

H3-Hamdullah SEÇKİN

H-3 Op. Dr. Kemal Gü...

H3- Rukiye Diba ÇAKIR

OTURUM-1, SALON-3, ...

Nihayet Bayraktar

H3 Canan Gülcan

H-3: Merih Altıok



,

OTURUM-1, SAL...

h-3: Ömer G...

H-3: Merih Al...

H-3 Op. Dr. ...

H3 Canan Gü...

TUBA BİÇAKÇI TB

Paylaş

Düzen

Sıfırla

Bölüm

Slaytlar

Yazı Tipi

Paragraf

Çizim

Düzenleme

Ses

***Fritillaria michailovskyi* BİTKİSİ**
KULLANILARAK GREEN SENTEZLE
ELDE EDİLEN NANO-Ag KÜMELERİNİN
ANTİBAKTERİYAL VE ANTİFUNGAL
ETKİSİ

Hazırlayan
Dr. Öğr. Üyesi Hamdullah SEÇKİN

Zoom Meeting

Hall-1, Gulnaz

H1-Sergen Tümse

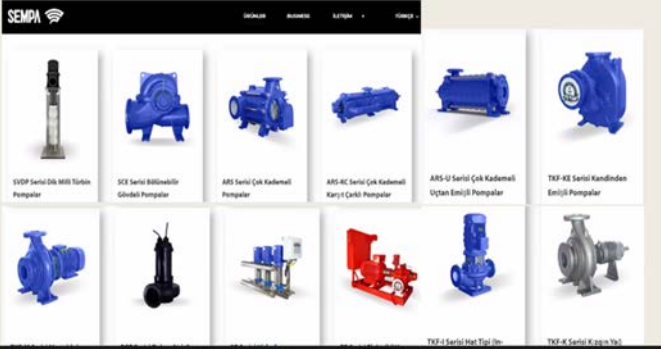
h-1: utkay.do... h-1: moderator ... Hall-1, Mesut ... Çağlar KARA...

Recording...

Remaining: 08:32:20

GİRİŞ

- Santrifüj pompalar oldukça geniş kullanım alanına sahiptir.
- Gerek kapasite gerekse tür bakımından bir çok çeşidi bulunmaktadır.



SEMPA

SERP Serisi Dişli Mili Tıbbi Pompalar

SCS Serisi Sızdırmazlı Güçlü Pompalar

ARS Serisi Çık Kademeli Pompalar

ARS-KC Serisi Çık Kademeli Karşı Çıkış Pompalar

ARS-U Serisi Çık Kademeli Uçtan Emişli Pompalar

TKF-KS Serisi Kandıran Emişli Pompalar

TKF-U Serisi Üst Tipli Pompalar

TKF-K Serisi Kandıran Tıbbi Pompalar

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Ask for Help Reactions Leave Room

11:24

Zoom Meeting

Hall-1, Gulnaz

H1-Sergen Tümse

h-1: utkay.dohm... h-1: moderator ... H1-Sergen T... Çağlar KARA... Hall-1, Musta...

Recording...

Remaining: 08:41:52

Solution Blowing... Kongre Sunum - Microsoft PowerPoint

1 Kes 2 Düzen 3 Tasarım 4 Geçişler 5 Animasyonlar 6 Slayt Gösterisi 7 Gözden Geçir 8 Görünüm

Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt Yeni Slayt

Yazı Tipi Paragraf Çizim

1 bar 3 bar 5 bar

15x 50x 200x

➤ %15'lik çözeltide elde edilen en yüksek ortalama lif çapına sahip numune 5 bar ile çalışılan numunedir.

➤ Ortalama lif çapı dağılımının en geniş olan numune, 5 bar hava basıncıyla çalışılan, en dar olan numune ise 1 bar ile çalışılan numunedir.

➤ Bu açıdan değerlendirildiğinde 3 bar hava basıncıyla çalışılan numunenin çok daha uygun bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

➤ Hava basıncı 1 bar olan numune polimer damlacıklarının çok az oluştuğu görülmüştür.

➤ Ortalama lif çapı değeri, dağılımı ve polimer damlacığı durumları göz önüne alındığında %15'lik çözelti için en uygun hava basıncının 1 bar olduğu anlaşılmıştır.

15 - 1 bar 169 ± 41 nm

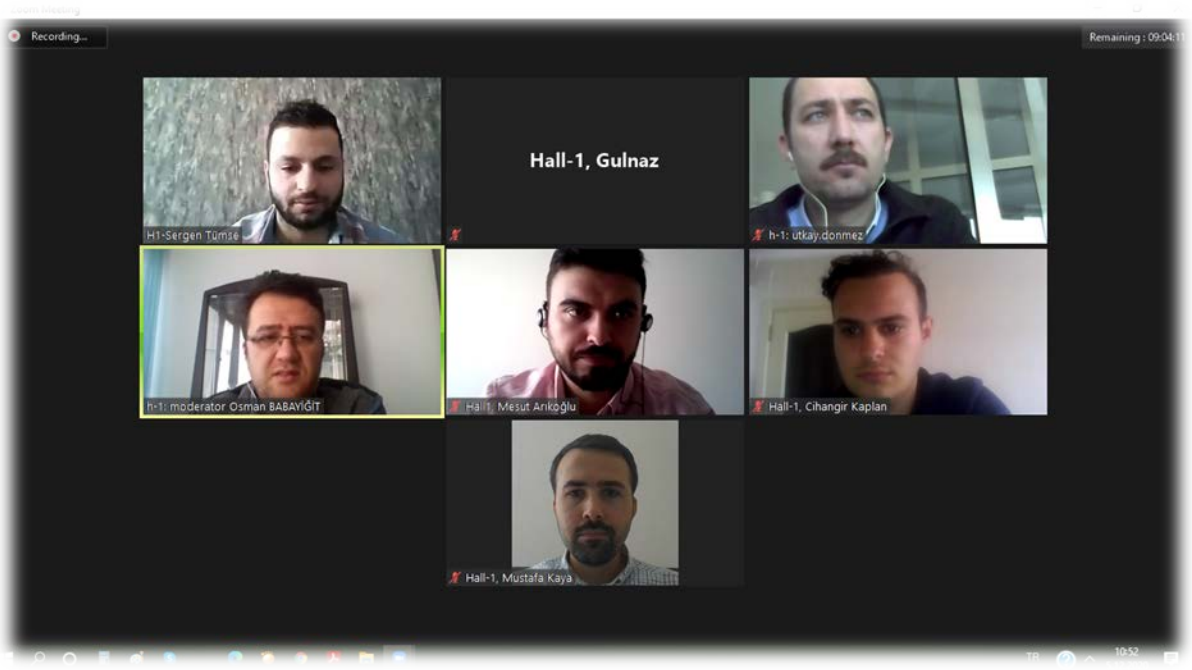
15 - 3 bar 170 ± 46 nm

15 - 5 bar 184 ± 46 nm

Not eklemek için tıklayın

Slayt 9 / 12 "Genişletme izleme"

11:15



Hall-1, Session...

H1-Murat CIKAN

Recording...

Kadir Tuğrul Bozkurt - PowerPoint (Uzun Etiketlenilmemiş)

Öturm-2, Sa...

H1-Kadir Tuğrul...

Hall-1, Musta...

Remaining: 06:22:59

Doysa Geç Ekle Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Gözden Geçir Görünüm Yardım Ne yapmak istediğini söyleyin Paylaş

Kopyala Yeni Slayt Sıfırla Bölüm Slaytlar

Yazı Tipi Paragraf Metin Yöneli Metni Hizala SmartArt'a Dönüştür

Yerleştir Hızlı 300x300px Özel Değişiklik Özel Arka Planı Özel Etkileşim Bul Değiştir Seç Düzenle

1 2 3 4 5 6

C Pİ ŞEKLİNDE ALTIN NANOPARÇACIK TEMELLİ TERAHERTZ (THZ) METAMALZEME TASARIMI VE NÜMERİK ANALİZİ
DESIGN AND NUMERICAL ANALYSIS OF C Pİ SHAPED GOLD NANOPARTICLE BASED TERAHERTZ (THZ) METAMATERIAL

Arç. Gör. Kadir Tuğrul BOZKURT Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN Prof. Dr. Celal YILDIZ

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Elektromanyetik Alanlar ve Mikrodalga Teknoloji Anabilim Dalı

Şekil 1: C Pİ yapısının üstten ve kesit görünüşü, belirlenmiş parametreler için y-yaşındaki kutuplama altında (TM modunda $\Phi = 90^\circ$) nümerik olarak elde edilen soğurma, yansımaya ve iletim (geçiş) spektrumu.

Şekil 1: C Pİ yapısının üstten ve kesit görünüşü, belirlenmiş parametreler için y-yaşındaki kutuplama altında (TM modunda $\Phi = 90^\circ$) nümerik olarak elde edilen soğurma, yansımaya ve iletim (geçiş) spektrumu.

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Leave Room

1334

Hall-1, Session...

H1-Murat CIKAN

H1-Mustafa...

Hall-1, Musta...

Öturm-2, Sa...

H1-Kadir Tuğrul...

Remaining: 06:25:47

Recording...

Power Network Redesign and Optimization Using MATLAB OPTIMIZATION - PowerPoint

Doysa Geç Ekle Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Gözden Geçir Görünüm Yardım Ne yapmak istediğini söyleyin Paylaş

Kopyala Yeni Slayt Sıfırla Bölüm Slaytlar

Yazı Tipi Paragraf Metin Yöneli Metni Hizala SmartArt'a Dönüştür

Yerleştir Hızlı 300x300px Özel Değişiklik Özel Arka Planı Özel Etkileşim Bul Değiştir Seç Düzenle

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

RESULTS

Comparison of Voltage Magnitude for 18 Bus

Comparison of Power Losses at each Branch for 18 Bus

Comparison of Active Power Flow at each Branch for 18 Bus

No free Lunch Theory

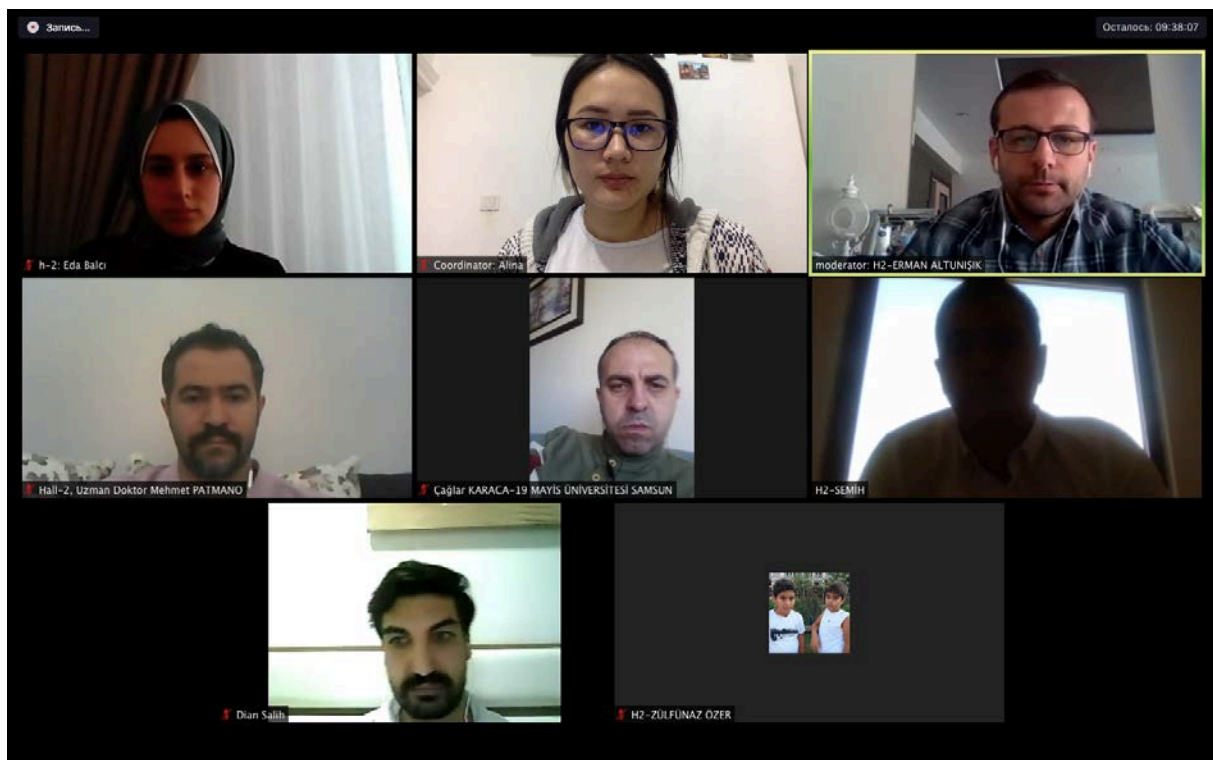
Algorithm Name	STD (%)	NRE	MAE	RMSE	Fmax (kW)	Fmin (kW)	Favg (kW)	% of No Global
AWFO	9.39%	1.98920	9.509	13.35	468.3	521.7	477.8	42
BPSO	12.97	0.85538	4.046	13.42	468.3	521.7	472.3	90
BCWO	1.748	0.03724	0.174	1.748	468.3	485.7	466.5	99

Variables

Variables	Before Optimization	After Optimization
P_{max}	514.03 kW	468.33 kW
Open Switches	5-11, 10-14, 7-16	8-10, 9-11, 7-16
T_{min}	0.966 pu at Bus 12	0.971 pu at Bus 12

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Leave Room

1331



Заруча... Осталось: 09:34:36

○ The carcinogenic effect of cigarette and Waterpipe smoking is determined by the mutagenicity of compounds present in tobacco which are more than 4000 chemicals and 69 of them have been identified as carcinogens. Each cigarette contains a mixture of various carcinogens including polycyclic aromatic hydrocarbons, specific N-nitrosamines, aromatic amines, aldehydes and other carcinogens, tumor promoters, and co-carcinogens.

Dian Salih

Запись...
Осталось: 07:23:57

2. SEPIOLITE CLAY AND POLYANILINE (PANI)

- ❖ Due to the absorbency of sepiolite, it has a usage value that varies as an industrial adsorbent, especially in bleaching and cleaning processes, from cosmetics to dye and even fertilizers (Coruh, 2014).
- ❖ Polyaniline is a conductive polymer. Its easy and cheap production and high conductivity are among the reasons why it is preferred most (Soydal, 2014).
- ❖ Therefore, composite materials formed by PANI with other organic or inorganic materials have attracted researchers as a potential material class for a wide range of applications (Roy et al., 2016).



Coordinator: Alina

H2-Halll atmaca

H2- Ayça ZENGİNOĞLU

H2-NURTEN AYTEN UYA...

H2-Nevbahar EKİN

H2-Habib Aziz Hassan...

Hall-2, Moderator: GÜL...

H2 Bans POLAT

Запись...
Осталось: 07:15:02
Вид докладчика
Выйти из полноэкранного режима



H2-Halll atmaca

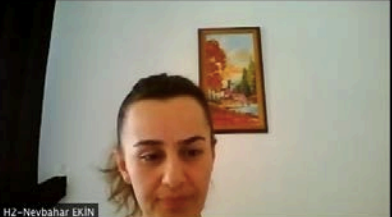
Coordinator: Alina



H2- Ayça ZENGİNOĞLU



H2-NURTEN AYTEN UYANIK



H2-Nevbahar EKİN



H2-Habib Aziz Hassan HURMUZLU



Hall-2, Moderator: GÜL YAKALI



H2 Bans POLAT

Включить звук
Включить видео
Участники
Чат
Демонстрация экрана
Пауза/остановить запись
Сессионные залы
Реакции
Выйти из зала

Вы просматриваете экран Hall-2, Moderator

Осталось: 07:04:21 Вид галереи Вид галереи

Запись... ||

Настройки просмотра

Включить звук Включить видео Участники Чат Демонстрация экрана Пауза/остановить запись Сессионные залы Реакции Выйти из зала

RESULTS

- Until recently, there are only a limited number of fluorescent free organic nonconjugated materials that emit blue and UV aggregation induced emission (AIE).
- The studied nonconjugated, chiral molecule display strong fluorescence in both solution and solid state due to the presence of strong π - π^* stacking interactions and C=O- π^* interactions.
- Moreover, it also have large Stokes shift through the ICT transition process.
- Therefore, I believe that these molecule provide a new paradigm in the design of nonconjugated fluorescent materials for developing advanced organic optoelectronic devices, fluorescent sensor, bio-probes, clinical materials, cell imaging, and so on.

Not allowed to print

Hall-2, Moderator: GÜLYAKALI

Вы просматриваете экран H2-NURTEN AYTEN U...

Осталось: 05:55:31 Вид докладчика

Запись... ||

Настройки просмотра

Включить звук Включить видео Участники Чат Демонстрация экрана Пауза/остановить запись Сессионные залы Реакции Выйти из зала

Uygulama: Yerleşim yeri seçimi Isparta örneği
Applied: Settlement location selection Isparta example

VS (km)

27.808 27.82 27.832 27.844 27.856 27.868 27.880 27.892 27.904 27.916 27.928 27.940 27.952 27.964 27.976 27.988 28.000

30.808 30.82 30.832 30.844 30.856 30.868 30.880 30.892 30.904 30.916 30.928 30.940 30.952 30.964 30.976 30.988 31.000

LEGEND

- 1 Settlement boundary line
- 2 Urban boundary line
- 3 The residential area of Sileyman Demirel University
- 4 The urban boundary line
- 5 Urban boundary

Not allowed to print

Coordinator: Alina

H2 Halil atmara

H2- Avca ZENGİNOĞLU

H2-NURTEN AYTEN UYA

H2-Nevbahar EKİN

H2-Habib Aziz Hassan...

Hall-2, Moderator: GÜL...

H2 Baris POLAT

Вы просматриваете экран H2-SEMIN

Осталось: 08:48:18 Вид докладчика

Coordinator: Alina

h-2: Eda Balci

moderator: H2-ERMAN ALTUNISIK

Dian Salih

H2-SEMIN

Çağlar KARACA-19 MAYIS UNIVER...

Hall-2, Uzman D...

Включить звук Включить видео Участники Чат Демонстрация экрана Пауза/остановить запись Сессионные залы Реакции Выйти из зала

DKA Klinik Belirti Ve Bulguları

- Çok su içme (polidipsi)
- Sık ve bol miktarda idrar yapma (poliüri)
- Tartı kaybı
- Dehidratasyon (klinik olarak belirgin olmayabilir)
- Taşikardi
- Hızlı ve derin solunum (= Kussmaul solunumu. Pnömoni ve astım ile karıştırılabilir)
- Ağızda aseton kokusu

Вы просматриваете экран H2-NURTEN AYTEN U...

Осталось: 05:55:31 Вид докладчика

Coordinator: Alina

H2 Halil atmara

H2- Ayca ZENGİNOĞLU

H2-NURTEN AYTEN UYA

H2-Nevbahar EKIN

H2-Habib Aziz Hassan...

Hall-2, Moderator: GÜL

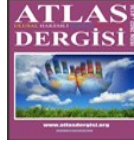
H2 Banis POLAT

Включить звук Включить видео Участники Чат Демонстрация экрана Пауза/остановить запись Сессионные залы Реакции Выйти из зала

Uygulama: Yerleşim yeri seçimi Isparta örneği
Applied: Settlement location selection Isparta example

Legend:

- 1. Settlement boundary line
- 2. Urban boundary line
- 3. The residential area of Sığirciyan Devlet University
- 4. The residential area
- 5. The residential area
- 6. The residential area



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

4-6 Aralık 2020

Şanlıurfa

KONGRE YERİ: Harran Üniversitesi, Osmanbey Kampüsü, Fen Edebiyat
Fakültesi Kongre Merkezi

KONGRE PROGRAMI

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

Join Zoom Meeting:

<https://us02web.zoom.us/j/83767851596?pwd=QlYwWDkzdVM1U0FpYzF6SnZIZE5Vdz09>

zoom



Cloud Video
Conferencing



Simple
Online Meetings



Mobile
Collaboration

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ❖ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- ❖ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ❖ The Zoom application can be used without registration.
- ❖ The application works on tablets, phones and PCs.
- ❖ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ❖ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ❖ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ◆ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ◆ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ◆ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- ◆ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

5.12.2020
CUMARTESİ/ 10:00-12:00

OTURUM-1, SALON-1 / MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Osman BABAYİĞİT

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Oğuzcan GÜZELİPEK Tuğrul SOYUSİNMEZ Tolga PALANDUZ Taner KAVAS	Totomak Makine ve Yedek Parça Sanayi ve Ticaret A.Ş., Çiğli, İzmir	EN-GJL-200 STANDARTINA SAHİP MALZEMELERDE UYGULANAN KRİYOJENİK ISIL İŞLEMİN AŞINMA DİRENCİNE ETKİSİ
Arş. Gör. Sergen TÜMSE Prof. Dr. Mehmet BİLGİLİ Prof. Dr. Beşir ŞAHİN	Çukurova Üniversitesi	ESTIMATION OF WIND POWER OUTPUT AND ROTATIONAL SPEED OF A TURBINE BY USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INTERFERENCE SYSTEM
Arş. Gör. Sergen TÜMSE Prof. Dr. Mehmet BİLGİLİ Prof. Dr. Beşir ŞAHİN	Çukurova Üniversitesi	PREDICTION OF LIFT FORCES OF A NON-SLENDER DELTA WING UNDER GROUND EFFECT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
Dr. Öğr. Üyesi Osman BABAYİĞİT Selahattin SEFACI	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sempa Pompa Ltd. Şti	SANTRİFÜJ POMPALARDA SALYANGOZ ÇIKIŞ TİPİNİN POMPA PERFORMANSINA ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ
Dr. Utkay DÖNMEZ Duhan Soyşan KEBELİ Pınar ÇAM Gökhan YARDIM Murathan SEVİM	Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic.	ÇOCUK BEZİ TELEFLERİNİN YÜKSEK PERFORMANSLI SORBENT ÜRÜN OLARAK YENİDEN KULLANIMI
Duhan Soyşan KEBELİ Dr. Utkay DÖNMEZ Doğan AKGÜL Hacı Arif KURT Serkan KISA	Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic.	SOLUTION BLOWING TEKNİĞİNDE KONSANTRASYON VE HAVA BASINCI PARAMETRELERİNİN NANOLİF YAPISINA ETKİSİ
Cihangir KAPLAN Mesut ARIKOĞLU Cem GÜLEÇ Ece ÖZLÜ	Kentpar Otomotiv, Selçuklu, Konya	KRANK KASNAKLARINDA KULLANILAN KAUÇUK RİNGİN FARKLI ÜRETİM TEKNİKLERİ İLE YAPIŞMA MUKAVEMETİNİN İNCELENMESİ

5.12.2020
CUMARTESİ/ 10:00-12:00

OTURUM-1, SALON-2 / MODERATÖR: Dr Öğr. Üyesi Erman ALTUNIŞIK

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Sani Muhammad Sani Kamilu Abdullahi Sani Dalhat Khalid Murtala Hassan Hassan Ibrahim Abdullahi Haruna	Ahmadu Bello University College of Nursing and Midwifery Bayero University	EFFECT OF HEALTH EDUCATION ON INSULIN THERAPY ON DIABETICS' PATIENTS' QUALITY OF LIFE IN TERTIARY HEALTH CARE FACILITIES IN JIGAWA STATE
Dr. Öğr. Üyesi Zülfünaz ÖZER Dr. Öğr. Üyesi Gülcan BAHÇECİOĞLU TURAN Dr. Öğr. Üyesi Neslihan TEKE	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	DİYALİZ HASTALARINDA SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI
Ar. Gör. Tuğçe ÖZLÜ Miray DUMAN Dr. Öğr. Üyesi Dilek ARDUZZLAR KAĞAN	Bahçeşehir Üniversitesi	BESİN ÖĞELERİNİN VE BESLENME MODELLERİNİN OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ
Dr Öğr. Üyesi Erman ALTUNIŞIK	Adıyaman Üniversitesi	ELEKTRONÖROMİYOGRAFİ LABORATUVARINDA DEĞERLENDİRİLEN ADLİ OLGULARIN İNCELENMESİ
Sayran Kamal M. Salih Rawa Muhammed Abdo Chiman Saleem Rasul Dian Jamel Salih Asaad Abdulwahid Alassady	University of Duhok, Duhok Iraq	MICRONUCLEUS FREQUENCY OF BUCCAL MUCOSA CELLS IN CIGARETTE AND WATERPIPE SMOKERS IN DUHOK, IRAQ
Dr. Öğr. Üyesi Erman ALTUNIŞIK	Adıyaman Üniversitesi	HEMORAJİK BEYİN SAPI KAVERNÖZ HEMANJİOMLU COVID-19 HASTASI: OLGU SUNUMU
Uzman Doktor Mehmet PATMANO	Şanlıurfa Eğitim ve Araştırma Hastanesi	PİLONİDAL SINÜS HASTALIĞI TEDAVİSİNDE PRİMER ONARIM VE FENOL UYGULAMASI KARŞILAŞTIRILMASI
Arş. Gör. Eda BALCI Dr. Öğr. Üyesi Jale ÇATAK Doç. Dr. Mustafa YAMAN Ömer Faruk MIZRAK	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	PAKETLİ KEK ÜRÜNLERİNDE İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN (AGE) ÖNCÜLLERİNİN YÜKSEK PERFORMANSLI SIVI KROMATOGRAFİSİ İLE BELİRLENMESİ
Uzm. Dr. Semih CANPOLAT	Gerger İlçe Devlet Hastanesi	ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI POLİKLİNİĞİMİZE KİLO KAYBI ŞİKAYETİ İLE GETİRİLEN, DİYABETİK KETOASİDOZ TANISI ALAN OLGU

5.12.2020
CUMARTESİ/ 10:00-12:00

OTURUM-1, SALON-3 / MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Hamdullah SEÇKİN

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Jaiyeoba-Ojigho Jennifer Efe Ezenwenyi Nicholas Chukwuka Ofili Queen-Martins Charles Hannah Timiebifemere George Kelvin Nkem Odah David Eyitemi blessing Apuyor Hannah	Delta State University, Nigeria	A COMPARATIVE STUDY OF THE MORPHOLOGY OF THE PINNA AMONG TWO ETHNIC GROUPS IN SOUTH SOUTHERN NIGERIA
Doç. Dr. Nihayet BAYRAKTAR Dr. Mustafa BAYRAKTAR Uzm. Diyetisyen Hasip TAŞ Mehmet ENEŞ	Harran Üniversitesi	OBEZİTELİ TİP 2 DİABETS MELİTUSLU HASTALARDA D VİTAMİN VE İNSÜLİN DİRENCİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Hamdullah SEÇKİN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	Fritillaria michailovskyi BİTKİSİ KULLANILARAK GREEN SENTEZLE ELDE EDİLEN NANO-Ag KÜMELERİNİN ANTİBAKTERİYAL VE ANTİFUNGAL ETKİSİ
Op. Dr. Kemal Gümüş Op. Dr. Taner Kargı	Balıklığöl Devlet Hastanesi Üroloji Kliniği	ENDOSKOPİK TAŞ TEDAVİSİ YAPILAN ANKLAVE ÜRETER TAŞLI HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi SERAP ANDAÇ ÖZTÜRK Dyt. Rukiye Diba ÇAKIR	İstanbul Aydın Üniversitesi	SPORCU BESLENMESİ VE B- GLUKANLARIN ÖNEMİ
Op. Dr. Merih ALTIOK	Çukurova Üniversitesi	MİLLİGAN MORGAN VE LİGASURE HEMOROİDEKTOMİ SONUÇLARIMIZIN KARŞILAŞTIRILMASI
Gökhan BAŞAR	University of Health Sciences Ümraniye Training and Research Hospital	EFFECTIVENESS OF ULTRASOUND TREATMENT IN ULNAR ENTRAPMENT AT THE WRIST
Ömer GEZGİNASLAN	University of Health Sciences Ümraniye Training and Research Hospital	COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF STEROID INJECTION AND ULTRASOUND TREATMENTS IN PATIENTS WITH MILD CARPAL TUNNEL SYNDROME
Canan GÜLCAN	Eastern Mediterranean University	THE IMPACT OF HEALTH RESOURCES, ENVIRONMENTAL, AND ECONOMIC FACTORS ON LIFE EXPECTANCY IN TURKEY

5.12.2020
CUMARTESİ/ 10:00-12:00

OTURUM-1, SALON-4 / MODERATÖR: Veteriner Hekim Sema Dilan KAYAPINAR

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Ar. Gör. Tuğçe ÖZLÜ Miray DUMAN Dr. Öğr. Üyesi Dilek ARDUZLAR KAĞAN	Bahçeşehir Üniversitesi	BESİN ÖĞELERİNİN VE BESLENME MODELLERİNİN OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ
Veteriner Hekim Sema Dilan KAYAPINAR Prof.Dr. Mehmet Cengiz HAN	Fırat Üniversitesi	TOTAL HIP PROSTHESIS IN DOGS
Veteriner Hekim Sema Dilan KAYAPINAR Prof. Dr. Mehmet Cengiz HAN	Fırat Üniversitesi	INVESTIGATION OF PREVALANCE OF FOOT DISEASES IN THE CATTLE IN THE REGION OF MALATYA
Dr. Öğr. Üyesi Ebru UYAR Hava GÜRLEK	Harran Üniversitesi	GELENEKSEL İÇECEK OLARAK MEYAN ŞERBETİNİN KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Bio. Mücella YÜKSELİR MSc. Bestoon SHEKHANY Öğr. Gör. Fatma ÖZER Dr. Öğr. Üyesi Zafer Hasan Ali SAK Prof. Dr. Faruk SÜZERGÖZ	Harran Üniversitesi	POLİFLORLU AMİNOFENİL HİDRAZİN SCHIFF BAZI TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI
Tugba ERCETİN	Eastern Mediterranean University	PHARMACOGNOSTICAL STUDIES ON ONOSMA CAESPITOSUM WHICH IS AN ENDEMIC PLANT OF CYPRUS

5.12.2020
CUMARTESİ/ 12:30-14:30

OTURUM-2, SALON-1 / MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi ÖMER AKGÜN

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Dr. Öğr. Üyesi ÖMER AKGÜN	Marmara Üniversitesi	MÜZİK DİNLERKEN VE KİTAP OKURKEN EEG SİNYAL ANALİZİ
Dr. Öğr. Üyesi SEDAT METLEK Öğr. Gör. EKREM EŞREF KILINÇ	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	KALP HASTALIĞININ MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ İLE TESPİTİ
Mustafa KAYA Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hadi SUZER	Harran Üniversitesi	SÜREKLİ MIKNATISLI SENKRON MOTORLARDA GÖZLEMCİ TEMELLİ SENSÖRSÜZ VEKTÖR ALAN KONTROL TEKNİKLERİNİN UYGULAMALI KARŞILAŞTIRMASI
Öğr. Gör. Mustafa YAVAŞ Dr. Öğr. Üyesi Aysun GÜRAN Prof. Dr. Mitat UYSAL	Doğu Üniversitesi	DENGESİZ TIBBİ VERİ KÜMELERİ İÇİN SMOTE TABANLI ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Murat ÇIKAN Assist. Prof. Bedri KEKEZOĞLU	Yıldız Technical University	POWER NETWORK RECONFIGURATION with BINARY GRAY WOLF OPTIMIZATION SEARCH ALGORITHM
Öğr. Gör. Erhan KAVUNCUOĞLU Doç. Dr. Esmâ UZUNHİSARCIKLİ Doç. Dr. Ahmet Turan ÖZDEMİR	Cumhuriyet Üniversitesi	GİYİLEBİLİR SENSÖR TABANLI İNSAN ETKİNLİĞİNİN ALGILANMASINDA DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMI
Arş. Gör. Kadir Tuğrul BOZKURT Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN Prof. Dr. Celal YILDIZ	Erciyes Üniversitesi	C Pİ ŞEKLİNDE ALTIN NANOPARÇACIK TEMELLİ TERAHERTZ (THZ) METAMALZEME TASARIMI VE NÜMERİK ANALİZİ
Professor Ziyafat Kheyrolla oğly KERIMOV Mirali Kamran oğly JAFARLI	Azerbaijan Technical University	SOME RESULTS OF NUMERICAL INVESTIGATIONS COMMON RAIL PETROL INJECTION SYSTEM WITH NEW CONSTRUCTION ELECTRONICALLY-CONTROLLED INJECTOR
Emre KIZILTEPE Assist. Prof. Bedri KEKEZOĞLU	Yıldız Technical University	ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİNDE GENETİK ALGORİTMA KULLANIMI

5.12.2020
CUMARTESİ/ 12:30-14:30

OTURUM-2, SALON-2 / MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Gül YAKALI

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Habib Aziz Hassan HURMUZLU Dr. Hani ZEIDAN Prof. Dr. Gülnare AHMETLİ Prof. Dr. Esra YEL Doç. Dr. Mustafa Esen MARTI	Konya Teknik Üniversitesi	POLİMERİK KOMPOZİTLERİN SENTEZİ VE SULU ÇÖZELTİLERDEN SENTETİK BOYALARIN GİDERİMİNDE KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Gül YAKALI	İzmir Katip Celebi University	THEORETICAL DESCRIPTION OF SUPRAMOLECULAR CHIRALITY IN CHIROPTIC MATERIALS FOR OPTOELECTRONIC FIELD: MARCUS THEORY, REORGANIZATION ENERGY AND CHARGE INJECTION BARRIER
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN Ayça ZENGİNOĞLU	Harran Üniversitesi	ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK ÜZERİNE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI: 2010 - 2020 YILLARI ARASI TÜRKİYE'DE LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALAR
Halil ATMACA Burak KOZAN Barış POLAT Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	Mersin Üniversitesi	KROMOZOMAL DNA AYRIMINDA KULLANILAN DÜŞÜK MALİYETLİ ATIMLI ALAN ELEKTROFOREZ CİHAZININ TASARIMI VE OPTİMİZASYONU
Barış POLAT Sabit DEDE Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	Mersin Üniversitesi	3 FARKLI TİP LAZER DİYOTUN IŞIK KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ
Barış POLAT Gamze BALKIZ Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	Mersin Üniversitesi	HARİCİ OPTİK SALINICILI DİYOT LAZER SİSTEM TASARIMI
Dr. Nevbahar EKİN	Süleyman Demirel Üniversitesi	İVME AZALIM İLİŞKİLERİNDE YER PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ
Doç. Dr. Nurten Ayten UYANIK Dr. Nevbahar EKİN Doç. Dr. Osman UYANIK	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Süleyman Demirel Üniversitesi	VOLKANİK ALANLARDA YAPILACAK ŞEHİR PLANLAMASINDA ÖNCELİK NE OLMALI

5.12.2020
CUMARTESİ/ 12:30-14:30

OTURUM-2, SALON-3 / MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Ezgi KAYA

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Didem Polat GÜNEY Dr. Öğr. Üyesi Kemal TOKER	Harran Üniversitesi	T ₃ S ₃ YARIGRUBUNUN MİNİMAL DOĞURAY KÜMESİ İLE BAĞLANTILI BİR TAKDİMİ
Dr. Öğr. Üyesi Ezgi KAYA Prof. Dr. Ayşe Dilek MADEN	Iğdır Üniversitesi Selçuk Üniversitesi	GRAFLARDA HYPER-ZAGREB İNDEKS
Halil ATMACA Burak KOZAN Barış POLAT Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	Mersin Üniversitesi	KROMOZOMAL DNA AYRIMINDA KULLANILAN DÜŞÜK MALİYETLİ ATIMLI ALAN ELEKTROFOREZ CİHAZININ TASARIMI VE OPTİMİZASYONU
Barış POLAT Gamze BALKIZ Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	Mersin Üniversitesi	HARİCİ OPTİK SALINICILI DİYOT LAZER SİSTEM TASARIMI
Barış POLAT Sabit DEDE Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	Mersin Üniversitesi	3 FARKLI TİP LAZER DİYOTUN IŞIK KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ
Zehra Betül GÜR Prof. Dr. Neşe ÖMÜR Doç. Dr. Sibel KOPARAL	Kocaeli Üniversitesi	q-GENELLEŞTİRİLMİŞ CATALAN SAYILARINI İÇEREN q-DENKLİKLER ÜZERİNE
Serdar ACAR Hanifi KEBİROĞLU Turan İNCE Tankut ATES Niyazi BULUT Lala İBRAHİMZADE Bahroz Kareem MAHMOOD Omer KAYGILI	Firat University Malatya Turgut Özal University	THEORETICAL INVESTIGATION OF Ag-DOPED HYDROXYAPATITES
Serdar ACAR Tankut ATES Hanifi KEBİROĞLU Turan İNCE Niyazi BULUT Lala İBRAHİMZADE Bahroz Kareem MAHMOOD Omer KAYGILI	Firat University Malatya Turgut Özal University	COBALT DOPED HYDROXYAPATITES: A THEORETICAL INVESTIGATION
Serdar ACAR Turan İNCE Hanifi KEBİROĞLU Tankut ATES Niyazi BULUT Lala İBRAHİMZADE Bahroz Kareem MAHMOOD Omer KAYGILI		A THEORETICAL INVESTIGATION OF THE BAND STRUCTURE OF Ce/Yb CO-DOPED HYDROXYAPATITES

5.12.2020
CUMARTESİ/ 12:30-14:30

OTURUM-2, SALON-4 / MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Fatih KANTARCI

Meeting ID: 837 6785 1596

Passcode: 149228

YAZARLAR	ÜNİVERSİTE	BİLDİRİ BAŞLIĞI
Dr. Öğr. Üyesi Müslüm Murat MARAŞ	İnönü Üniversitesi	CFRP İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YIĞMA DUVARLARIN MAKRO MODELLEME TEKNİĞİYLE YAPISAL DAVRANIŞININ İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Fatih KANTARCI	İnönü Üniversitesi	YÜKSEK FIRIN CÜRUFU İKAMESİNİN UÇUCU KÜL ESASLI GEOPOLİMER HAMURLARIN ASİT DİRENCİNE ETKİSİ
Assist. Prof. Dr. Dia Eddin Nassani	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	A COMPARATIVE STUDY OF MULTI-STOREY BUILDINGS USING HIGH DAMPING RUBBER ISOLATION SYSTEM
Dr. Öğr. Üyesi Işıl SANRI KARAPINAR Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Elif ÖZSOY ÖZBAY	Maltepe Üniversitesi	A COMPREHENSIVE CRITIQUE ON THE EXISTING SEISMIC RISK EVALUATION METHODOLOGIES: A COMPARATIVE CASE STUDY FOR THE REINFORCED CONCRETE BUILDINGS
Assist. Prof. Dr. Ahmet Onur PEHLİVAN	Maltepe Üniversitesi	MECHANICAL PROPERTIES OF RCC MIXTURES WITH VARIOUS BASALT FIBER CONTENT
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ İnşaat Mühendisi Nazmi ÖZTEKİN	İskenderun Teknik Üniversitesi	HATAY İLİ SAMANDAĞ İLÇESİNDE Kİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMİNİN MEVCUT DURUMU VE SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ
Dr. Öğr. Üyesi Nihan KOCAMAN PAVLOVIC Arş. Gör. Deniz Can VURAL	Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi	DİSTOPIK VİDEO OYUNLARININ MİMARİ DİNAMİKLER ÜZERİNDEN ANALİZİ
Öğr. Gör. Dr. Elif Gizem YETKİN	Alanya HEP Üniversitesi	ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAPSAMINDA YEŞİL ÇATI SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

CONTENT

CONGRESS ID	I
PHOTO GALLERY	II
SCIENTIFIC COMMITTEE	III
PROGRAM	IV
CONTENT	V

FULL TEXTS BOOK

Oğuzcan GÜZELİPEK, Tuğrul SOYUSİNMEZ, Tolga PALANDUZ, Taner KAVAS	1
<i>THE EFFECT OF CRYOGENIC HEATTREATMENT ON ABRASION RESISTANCE OF EN-GJL-200 STANDART MATERIALS</i>	
Ömer Faruk CANSIZ, Nazmi ÖZTEKİN	9
<i>HATAY İLİ SAMANDAĞ İLÇESİNDE Kİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMİNİN MEVCUT DURUMU VE SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ</i>	
Elif Gizem YETKİN	25
<i>GREEN ROOF SYSTEMS APPLICATIONS IN THE SCOPE OF ENERGY EFFICIENCY</i>	
Ayça ZENGİNOĞLU, Mehmet MİMAN	36
<i>A LITERATURE REVIEW ON THIRD-PARTY LOGISTICS: POSTGRADUATE STUDIES IN TURKEY BETWEEN 2010 - 2020</i>	
SEDAT METLEK & SEDAT METLEK	48
<i>DETERMINATION OF HEART DISEASE BY MACHINE LEARNING METHODS</i>	
Murat ÇIKAN & Bedri KEKEZOĞLU	75
<i>POWER NETWORK RECONFIGURATION with BINARY GRAY WOLF OPTIMIZATION SEARCH ALGORITHM</i>	
Nihan KOCAMAN PAVLOVIC & Deniz Can VURAL	90
<i>ANALYSIS OF DYSTOPIAN VIDEO GAMES THROUGH ARCHITECTURAL DYNAMICS</i>	
Nihayet BAYRAKTAR, Mustafa BAYRAKTAR, Diyetisyen Hasip TAŞ, Mehmet ENES	106
<i>INVESTIGATION OF VITAMIN D LEVELS AND INSULIN RESISTANCE IN PATIENTS WITH OBESITY TYPE 2 DIABETICS MELITUS</i>	
Mehmet PATMANO	117
<i>COMPARISON OF PRIMARY REPAIR AND PHENOL ADMINISTRATION IN THE TREATMENT OF PILONIDAL SINUS DISEASE</i>	
Fatih KANTARCI	124
<i>EFFECT OF BLAST FURNACE SLAG REPLACEMENT ON ACID RESISTANCE OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER PASTE</i>	
Sani Muhammad Sani, Kamilu Abdullahi, Sani Dalhat Khalid, Murtala Hassan Hassan, Ibrahim Abdullahi Haruna	137
<i>EFFECT OF HEALTH EDUCATION ON INSULIN THERAPY ON DIABETICS' PATIENTS' QUALITY OF LIFE IN TERTIARY HEALTH CARE FACILITIES IN JIGAWA STATE</i>	
Utkay DÖNMEZ, Duhan Soyşan KEBELİ, Pınar ÇAM, Gökhan YARDIM, Murathan SEVİM	152

REUSE OF CHILD DIAPER WASTE AS HIGH PERFORMANCE SORBENT PRODUCT	
Zehra Betül GÜR, Neşe ÖMÜR, Sibel KOPARAL ON q-CONGRUENCES INVOLVING q-GENERALIZED CATALAN NUMBERS	166
Tuğçe ÖZLÜ, Miray DUMAN, Dilek ARDUZLAR KAĞAN THE EFFECT OF NUTRIENTS AND DIETARY PATTERNS ON AUTISM SPECTRUM DISORDER	177
D. Soyşan KEBELİ, Utkay DÖNMEZ, Doğan AKGÜL, Hızır Okan ŞEKER, Hacı Arif KURT, Serkan KISA THE EFFECT OF CONCENTRATION AND AIR PRESSURE PARAMETERS ON NANOFIBER STRUCTURE IN SOLUTION BLOWING TECHNIQUE	194
Emre KIZILTEPE & Bedri KEKEZOĞLU ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİNDE GENETİK ALGORİTMA KULLANIMI	202
Sergen TÜMSE, Mehmet BİLGİLİ, Beşir ŞAHİN ESTIMATION OF WIND POWER OUTPUT AND ROTATIONAL SPEED OF A TURBINE BY USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INTERFERENCE SYSTEM	213
Müslüm Murat MARAŞ INVESTIGATION OF STRUCTURAL BEHAVIOR OF CFRP STRENGTHENED MASONRY WALLS BY MACRO MODELING TECHNIQUE	226

**EN-GJL-200 STANDARTINA SAHİP MALZEMELERDE UYGULANAN
KRIYOJENİK ISIL İŞLEMİN AŞINMA DİRENCİNE ETKİSİ**

THE EFFECT OF CRYOGENIC HEATTREATMENT ON ABRASION RESISTANCE OF
EN-GJL-200 STANDART MATERIALS

Oğuzcan GÜZELİPEK

Totomak Makine ve Yedek Parça Sanayi ve Ticaret A.Ş., Çiğli, İzmir.

ORCID NO: 0000-0002-0411-9346

Tuğrul SOYUSİNMEZ

Totomak Makine ve Yedek Parça Sanayi ve Ticaret A.Ş., Çiğli, İzmir.

ORCID NO: 0000-0001-8333-1961

Tolga PALANDUZ

Totomak Makine ve Yedek Parça Sanayi ve Ticaret A.Ş., Çiğli, İzmir.

ORCID NO: 0000-0001-7617-5825

Taner KAVAS

Afyon Kocatepe Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0003-1070-8451

ÖZET

Bu çalışmada; EN-GJL-200 standartına sahip (Lamel grafitli dökme demir) numunelere kriyojenik ısıtma işlemi uygulanmış ve ısıtma işlemi uygulanmayan numunelerle aşınma dirençleri karşılaştırılmıştır. 8 adet numuneden 4 numuneye ısıtma işlemi uygulanıp, ısıtma işleminin aşınma direncine etkisi gözlemlenmek istenmiştir. Kriyojenik ısıtma işlemi -120 C°'de 24 saat süreyle 2C/dk soğutma hızıyla sürmüştür. Aşınma testleri pin-on-disk konfigürasyonunda 3mm WC ball ve CSM tribometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test parametreleri olarak 2N yük, 100 m mesafe ve 5 cm/sn hız kullanılmıştır. Uygulama sonrası aşınmaları gözlemlmek için, yüzey profilleri Mitutoyo SJ-400 markalı profilometre ile alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pin on disk; Aşınma; Kriyojenik ısıtma işlemi; CSM tribometre

ABSTRACT

In this study; The samples with EN-GJL-200 standard (Lamel graphite cast iron) were subjected to cryogenic heat treatment and their abrasion resistance was compared with non-heat treated samples. Heat treatment was applied to 4 samples out of 8 samples and it was aimed to observe the effect of heat treatment on abrasion resistance. The cryogenic heat treatment performed at -120 C° 2C/min cooling rate with 24 hours. Abrasion tests were performed using 3mm WC ball and CSM tribometer device in pin-on-disk configuration. 2 N

load, 100 m distance and 5 cm / sec speed were used as test parameters. Surface profiles were taken with a Mitutoyo SJ-400 profilometer to observe the abrasion after application.

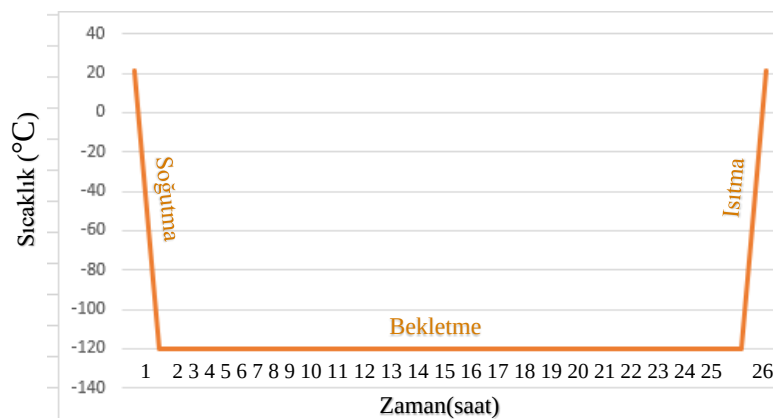
Keywords: Pin on disc; Abrasion; Cryogenic heat treatment; CSM tribomete

1.GİRİŞ

Kriyojenik sıcaklık Cryogenic Society of America (Amerika Kriyojenik Topluluğu) tarafından -140°C ve altı sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır. Kriyojenik ısıtma işlemi, malzemenin düşük sıcaklıklarda kontrollü bir şekilde soğutma, bekletme ve sonrasında oda sıcaklığına geri ısıtma işlemidir. Kriyojenik işlemin amacı, diğer ısıtma işlemlerinde olduğu gibi malzemenin mikro yapısında değişikliklere sebep olarak istenilen mekanik özelliklerin kazandırılmasıdır. Kriyojenik işlemde kullanılan sıcaklık, mühendislikte kullanılan genel malzemelerin bazılarının özelliklerini değiştirir. Örnek olarak 0°C ile -50°C arasında alaşımsız karbon çeliği sünekliğini kaybeder [1].

Kriyojenik işlem, sıvı azotun işlem yapılacak malzemelerin içerisinde bulunduğu kriyojenik kabin içerisine beslenmesi ile gerçekleşir. Sıvı azotun kabin içerisine beslenmesi iki şekilde olmaktadır. Birincisi, sıvı halde fan yardımı ile püskürtülerek azot atmosferi oluşumu sağlanması, ikinci ise ısıtma değiştiriciler yardımıyla. Sıfır altı işlemler soğutma işleminin yapıldığı sıcaklığa göre 0°C ile -80°C arası “soğuk işlem”, -80°C ile -160°C arası “sığ kriyojenik işlem”, -160°C ile -196°C arası “derin kriyojenik işlem” olarak isimlendirilmektedir. Soğuk işlemde soğutucu olarak kuru buz kullanılırken sığ ve derin kriyojenik işlemde sıvı azot ve sıvı helyum kullanımı söz konusudur [2].

Grafik 1’de kriyojenik işlem çevrimi gösterilmektedir.



Grafik-1

Kriyojenik işlemin malzemelerin üzerinde yarattığı mikroyapısal, mekaniksel ve fiziksel değişimlerin etkisi işlem parametrelerine ve malzemenin kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Soğutma ve ısıtma hızının kontrolü kriyojenik işlemin düzgün sonuçlar verebilmesi için oldukça önemli bir konudur. Kriyojenik işlem cihazları, malzemelerin oda sıcaklığından

istenilen sıcaklığa düşüşünü belirli hızlarla sağlayıp sonrasında tekrar oda sıcaklığına çıkarmaktadır [2]. 1960'lı yılların ortalarında kriyojenik işlem sıvı azot banyolarında malzemelerin banyoya direkt daldırılması ile gerçekleşmekteydi. Daldırma sonucunda -196°C ile direkt temas eden malzemelerde çatlamlar gerçekleşmekteydi [3]. Bugüne kadar farklı yöntem ve teknikler ile farklı malzemelere uygulanan bu işlem; dayanım, aşınma ömrü ve sertlik gibi birçok özelliği iyileştirmektedir.

2. ARAŞTIRMA

2.1 Testin Açıklaması

EN-GJL-200 gri dökme demir sınıfına girmektedir. EN-GJL-200 standartına sahip malzemenin kimyasal bileşenleri (Tablo-1) ve fiziksel özellikleri aşağıda (Tablo-2) verilmiştir.

Malzeme	C	Si	Mn	S	P	Fe
EN-GJL-200	2.9-3.65 %	1.8-2.9 %	0.5-0.7 %	0.10 % max.	0.30 % max.	Kalan %

Tablo-1. EN-GJL-200 standartına sahip maddenin kimyasal özellikleri.

Malzeme	Çekme Mukavemeti	Akma dayanımı	Uzama	Basınç dayanımı	Sertlik	Yoğunluk
EN-GJL-200	180 Mpa	130-195 Mpa	0.3-0.8 % min	720 Mpa	145-215 HB	7,15 g/cm ³

Tablo-2. EN-GJL-200 standartına sahip maddenin fiziksel özellikleri

Kriyojenik işlem uygulanan ve uygulanmayan malzemelere pin on disc aşınma testleri yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Pin on disc testinde katı malzemelerin aşınma ve mekanik davranışları incelenir [4]. Testte kullanılan Tribometre Şekil 1'de, profilometre ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

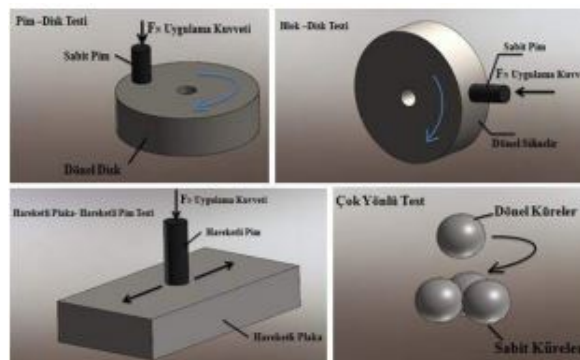


Şekil-1. Kullanılan Tribometre(CSM Tribometre)



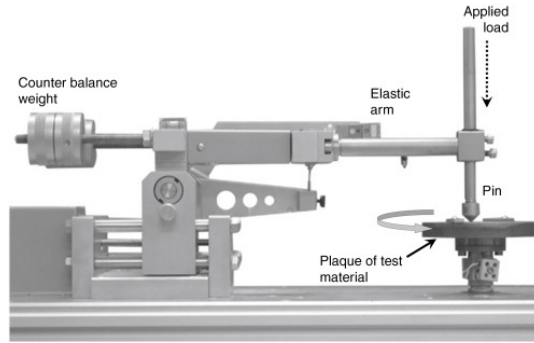
Şekil-2. Kullanılan Profilometre(Mitutoyo Sj-400)

Aşınmanın gerçek sistemlerde belirlenmesinin zorluğu, bir kısmı standartlaştırılan model cihazların geliştirilmesine yol açmıştır. Model cihazlarda tribolojik sistemi oluşturan unsurların, gerçek sisteme uygun şekilde oluşturulması, sonuçların tekrarlanabilir olması bu cihazlardan beklenen özelliklerdir [5]. Kayma, sürtünme ve aşınma test cihazı modelleri tribolojik prensiplere göre Şekil 3’ de şematik olarak gösterilmiştir.[6]



Şekil-3 Pin on disc testinin şematik görünümü

Pin on disc test cihazı 4 bölümden oluşan bir test cihazı olup bir yüzeyin başka bir yüzeye sürekli hasar vererek aşınma oluşturur. Aşındırma işlemi iki farklı şekile gerçekleştirilebilir. Birincisi salınım hareketi (reciprocating) lineer tipte harekettir. İkincisi ise dönme (rotation) hareketidir [6]. Aşınma cihazında deney sonucunda; numunenin ortalama sürtünme katsayısı, aşınma oranı (profilometre vasıtasıyla aşınma izinin alanı ölçülür ve bulunan değer tribometrenin yazılımına girilir) ve kullanılan bilyenin aşınma oranı (bilye çapı mikroskoptan ölçülür ve bulunan değer tribometrenin yazılımına girilir) tespit edilir. Şekil-4'te ise pin-on-disc test cihazının bölümleri verilmiştir.

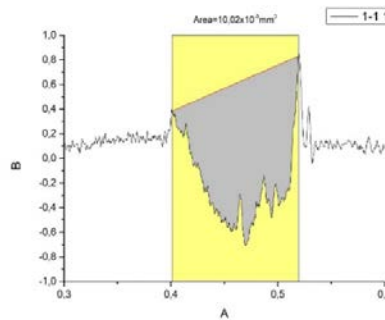


Şekil-4. Pin-on-disc cihazının bölümleri.

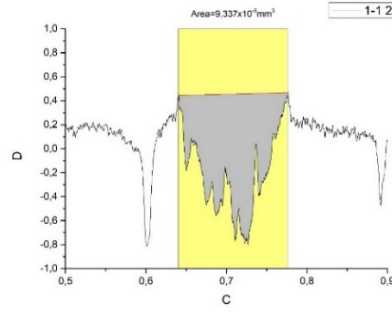
2.2 BULGULAR

8 adet EN-GJL-200 standartına sahip malzemenin 4 tanesine -120 derece 24 saat süreyle 2C/dk soğutma hızı kriyojenik işlem uygulanıp 4 tanesine uygulanmamıştır. Yaptığımız testlerde 3 mm WC ball kullanılmıştır ve CSM tribometre kullanılarak yapılmıştır. Hız parametrelerimiz 2 N yük, 100m mesafe ve 5cm/sn dir. Yüzey profilleri ise Mitutoyo SJ-400 profilometre ile alınmıştır.

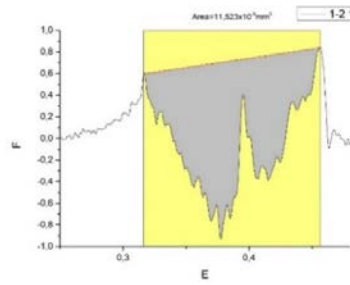
Numuneler 1-1-1, 1-1-2, 1-2-1, 1-2-2 ve 2-1-1, 2-1-2, 2-2-1, 2-2-2 olarak kodlanmıştır ve yüzeylerindeki aşınma grafikleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.



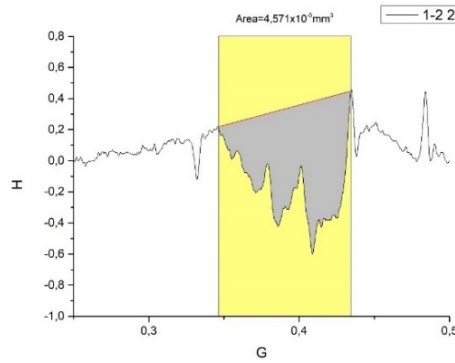
Grafik-2. 1-1-1 kodlu numunenin aşınma alanı



Grafik-3. 1-1-2 kodlu numunenin aşınma alanı

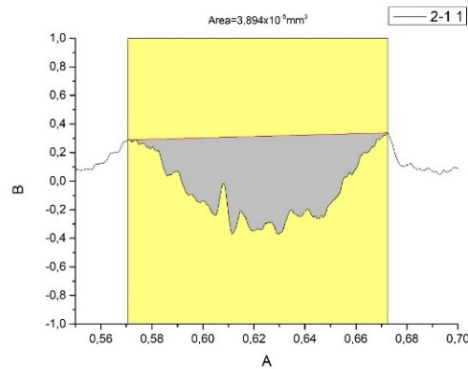


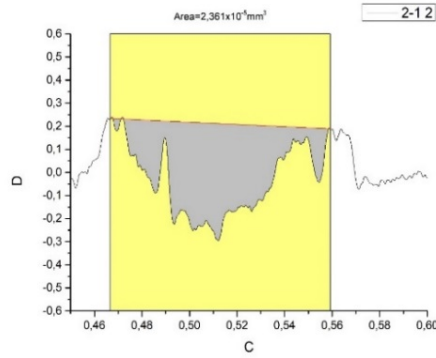
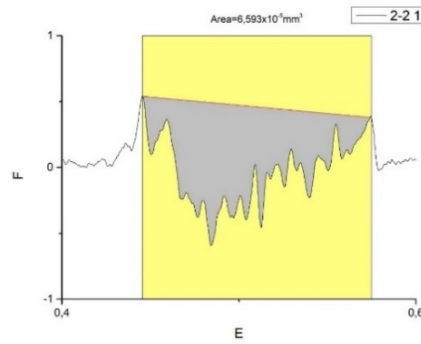
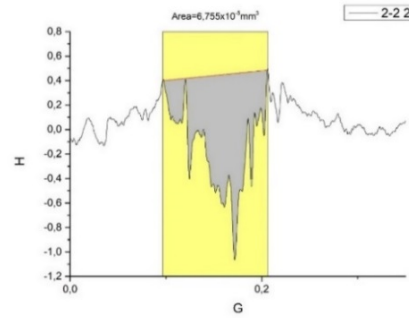
Grafik-4. 1-2-1 kodlu numunenin aşınma alanı



Grafik-5. 1-2-2 kodlu numunenin aşınma alanı

Grafik-2, Grafik-3, Grafik-4 ve Grafik-5'te verilen grafikler kriyojenik işlem görmemiş numunelerin grafikleri olup aşınma alanları değersel olarak gösterilmiştir.



Grafik-6. 2-1-1 kodlu numunenin aşınma alanı**Grafik-7.** 2-1-2 kodlu numunenin aşınma alanı**Grafik-8.** 2-2-1 kodlu numunenin aşınma alanı**Grafik-9.** 2-2-2 kodlu numunenin aşınma alanı

Grafik-6, Grafik-7, Grafik-8, Grafik-9’da verilen grafikler ise kriyojenik işlem görmüş numunelerin aşınma alanlarını sayısal olarak göstermektedir.

3. SONUÇ

Aşınma deneyi sonuçları:

Numune	Aşınma Alanı	Özgül Aşınma Oranı
1-1-1	0,00010020 mm ³	0,0000024593 mm ³ /Nm
1-1-2	0,00009337 mm ³	0,0000022916 mm ³ /Nm

1-2-1	0,00011523 mm ³	0,0000028281 mm ³ /Nm
1-2-2	0,00004571 mm ³	0,0000011219 mm ³ /Nm
2-1-1	0,00003894 mm ³	0,0000009557 mm ³ /Nm
2-1-2	0,00002361 mm ³	0,0000005795 mm ³ /Nm
2-2-1	0,00006593 mm ³	0,0000016182 mm ³ /Nm
2-2-2	0,00006755 mm ³	0,0000016579 mm ³ /Nm

1-1-1, 1-1-2, 1-2-1, 1-2-2 kodlu numuneler aynı örneğe aittir. Bunlardan 1-2-2 kodlu örnekte önemli miktarda sapma olduğu için değerlendirme dışı kalmıştır. Kalan üç numunenin aşınma ortalaması ise 0,0000025263mm³/Nm olarak hesaplanmıştır.

2-1-1, 2-1-2, 2-2-1, 2-2-2 kodlu numunelerde ise sapma olamadığı için ortalaması hesaplanırken bütün numuneler dikkate alınmıştır ve ortalaması ise 0,0000012028mm³/Nm olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar incelendiği zaman kriyojenik işlem görmemiş olan 1 kodlu numunelerin 2 kodlu numunelerden iki kat daha fazla aşındığı görülmüştür.

Başka bir deyişle, kriyojenik ısıtım işlem görmüş 2 kodlu numunelerin aşınma dirençleri ciddi oranda arttığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] H. Meier ‘‘Labyrinth Piston Compressors for Low Temperature’’
- [2] İ.D.K. Demir, İ. Uygur ‘‘Kriyojenik İşlem Uygulanmış Dökme Demir Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi’’ Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji dergisi
- [3] Journal of Materials Processing Technology Volume 210, Issue 14, 1 November 2010, Pages 1949-1955
- [4] Tribology International Volume 29, Issue 5, August 1996, Pages 415-423
- [5] Büyükdoğan S., Yaşlandırılan Al-Mg-Si Alaşımının Aşınma Davranışlarının İncelenmesi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, 111s, Karabük, Türkiye, 2011
- [6] Şenayson S., Tunay R. F., Blok-disk aşınma test cihazının tasarımı ve imalatı, Bursa Teknik Üniversitesi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, I. Uluslararası Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Sempozyumu, Karabük
- [7] Mechano-chemical decomposition of organic friction modifiers with multiple reactive centres induces superlubricity of ta-C, Takuya Kuwahara, Pedro A. Romero, Stefan Makowski, Volker Weihnacht, Gianpietro Moras & Michael Moseler, Nature Communications, volume 10, Article number: 151

**HATAY İLİ SAMANDAĞ İLÇESİNDE Kİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMİNİN MEVCUT
DURUMU VE SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ****Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ**İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Turkey**ORCID NO: 0000-0001-6857-2513****İnşaat Mühendisi Nazmi ÖZTEKİN**

Hatay Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Turkey

ORCID NO: 0000-0001-6118-7444**ÖZET**

Dünyada ve ülkemizde ulaşım ile alakalı pek çok çalışma yapılmaktadır. Birçok ülke yeni ulaşım modelleri geliştirmekte ve bu modelleri sürekli olarak güncellemektedir. Yapılan bu çalışmaların ana amacı, şehir merkezlerinde ki trafik problemlerini minimize ederek, şehirleri daha yaşanılabilir kılmaktır. Ancak bu çalışmalara rağmen her geçen gün bireysel araç kullanımı artış göstermektedir. Bireysel araç artış hızı pek çok olumsuz durumu beraberinde getirmektedir. Çevre kirliliği, görüntü kirliliği, trafikte geçirilen sürenin fazlalığı, ulaşım hizmetlerine harcanan ücretlerin daha fazla olması vb. birçok problemi beraberinde getirmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için mevcut durumda ki toplu ulaşım sistemlerinin sürekli güncellenerek, vatandaşların maksimum şekilde kullanılması amaçlanmalıdır. Yapılan çalışmada, Hatay İl'inin Samandağ İlçesi'nde ki mevcut toplu ulaşım sistemlerinde ki problemlerden bahsedilmektedir. Çalışmalarda; güzergâhlarda faaliyet gösteren araç sayıları, araç kapasiteleri, günlük güzergâhta yapılan toplam kilometre değeri, araç başına yapılan kilometre değeri, güzergâhta taşınan günlük yolcu sayısı, kilometre başına taşınan yolcu sayısı, araç başına taşınan yolcu sayısı vb. birçok değer analiz edilmektedir. Çalışmalar sonucunda, güzergâhlarda faaliyet gösteren işleticilerin verimsiz bir şekilde çalıştıkları, mevcut durumda ki araç sayılarının yüksek olduğu, yüksek yolcu kapasitesine sahip olan güzergâhlarda düşük yolcu taşıma kapasiteli araçların çalıştırıldığı ve kurumsal bir anlayıştan uzak şekilde tamamen kar odaklı toplu taşıma faaliyeti gösterdikleri tespit edilmektedir. İşleticilere sunulan öneri işletme modelinde mevcut durumdaki 336 adet toplu taşıma aracının rehabilitasyon çalışmaları sonucunda 113 adete indirgenmesi önerilmiş olup, üst üste çakışan güzergâhlarda faaliyet gösteren işleticilerin ortak havuz yapısı içerisinde toplu taşıma faaliyeti göstermesi önerilmiş ve işleticilerin daha kurumsal bir anlayışla hizmet vermesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toplu Taşıma, Sürdürülebilirlik, Rehabilitasyon

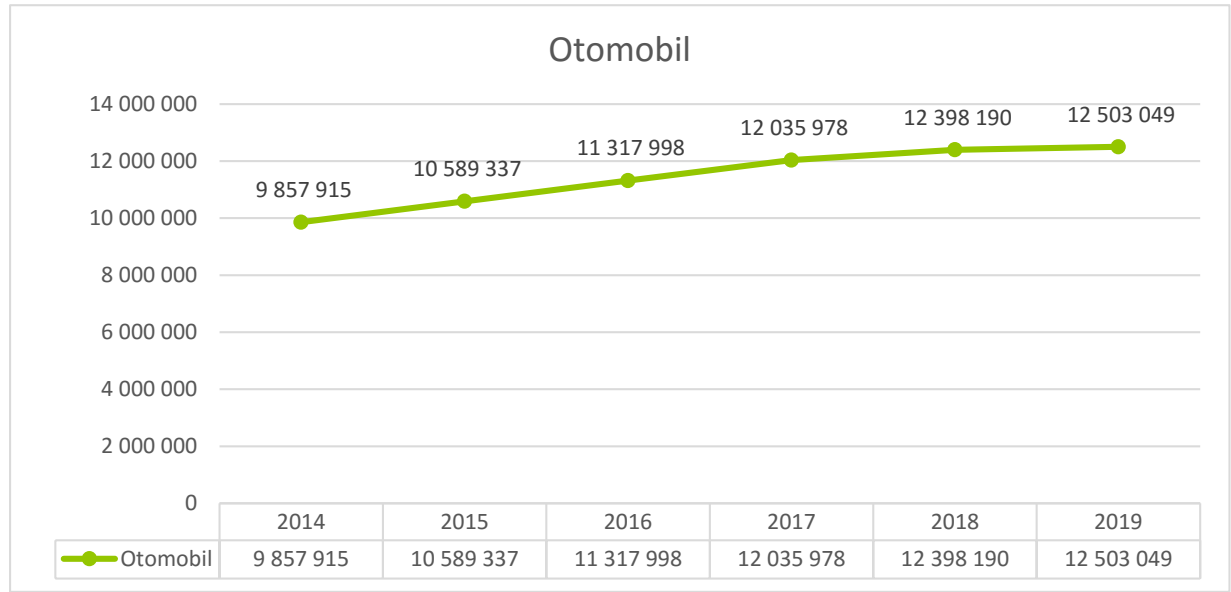
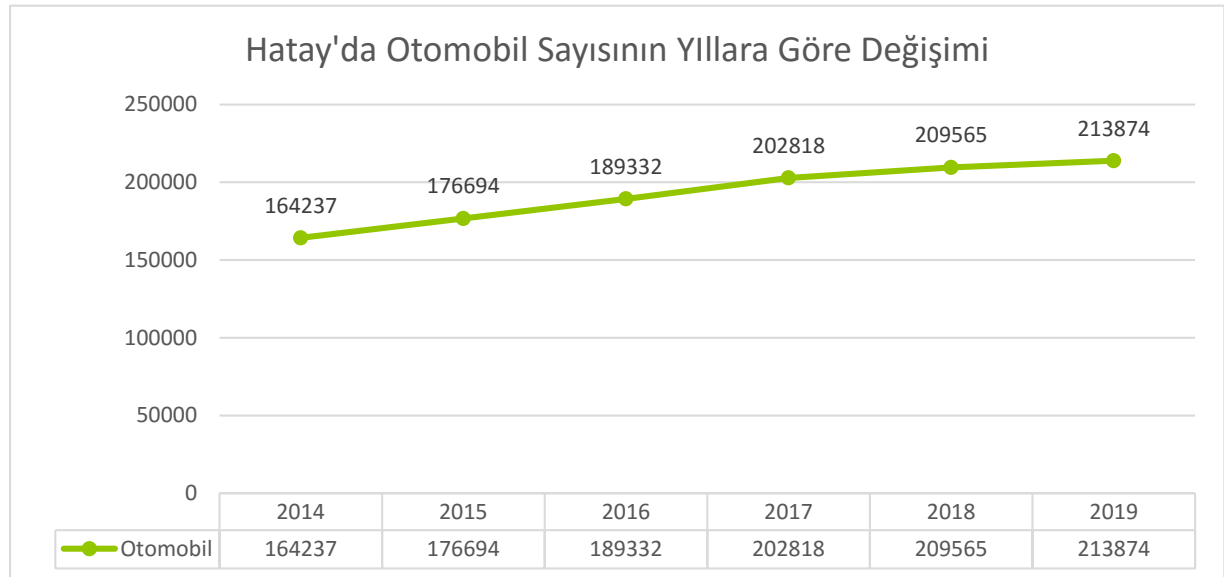
ABSTRACT

There are many studies about public transportation in the world and in our country. Many countries are trying to develop new transport models and are constantly updating these models. The main aim of these studies is to minimize the traffic problems in the city centers. It's about making cities more livable. However, despite these studies, individual vehicle using is increasing day by day. Individual vehicle increase speed brings with it many negative situations. These are environmental pollution, visual pollution, excessive time spent in traffic, higher fees for transportation services etc. In order to avoid this situation, the public transportation systems in the current situation should be constantly updated and the maximum use of citizens should be aimed. In the study, the problems in the existing public transportation systems in Samandağ District of Hatay Province are mentioned. In addition, many values are analyzed in the studies. These are the number of vehicles operating on the routes, vehicle capacities, the total mileage value on the daily route, the kilometer value per vehicle, the number of daily passengers carried on the route, the number of passengers carried per kilometer, the number of passengers carried per vehicle, etc. As a result of these studies, it is determined that the operators operating on the routes work inefficiently, the current number of vehicles is high, vehicles with low passenger transport capacity are operated on routes with high passenger capacity, and they are completely profit-oriented. With the proposal presented to the operators, it was suggested that the existing 336 public transportation vehicles should be reduced to 113 as a result of the rehabilitation works and that the operators operating on the overlapping routes should carry out public transportation activities within the common pool structure. In this way, it is aimed that the operators serve with a more institutional understanding.

Keywords: Public Transport, Sustainability, Rehabilitation

GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda bireysel araç kullanımı hızla artış göstermektedir. 2014 ve 2019 arası yıllar baz alındığında, ülkemizde ki otomobil artış hızı yaklaşık olarak % 27 olmaktadır. Bu oran Hatay ilinde ülke ortalamasının üzerinde olup yaklaşık olarak % 30 olmaktadır. Yani Hatay ilinde ki araç artış hızı ülke ortalamasından yaklaşık olarak %11 daha fazladır. Bu durum aşağıda ki grafiklerde daha detaylı olarak gösterilmektedir.

Grafik 1. TÜİK Verilerine Göre Türkiye’de Otomobil Sayısının Yıllara Göre Değişimi**Grafik 2. TÜİK Verilerine Göre Hatay’da Otomobil Sayısının Yıllara Göre Değişimi**

Grafik 1 ve 2’de görüldüğü gibi, bireysel araç artış hızının böyle devam etmesi durumunda, kısa süre içerisinde şehir merkezlerinin yaşanılabilirliğini azaltarak vatandaşların yaşam kalitesi büyük ölçüde düşürecektir. Bu duruma çözüm üretilmediği takdirde ilerleyen zamanlarda problemler daha da büyüyecek ve içinden çıkılamayacak hale gelecektir.

Bu durumun önüne geçebilmek amacıyla mevcut durumda ki toplu taşıma sistemlerinin güncellenerek maksimum verimle kullanılması gerekmektedir. Şehirlerimizde ki toplu taşıma kullanım oranının artmasıyla birlikte;

- Daha temiz bir çevre,
- Trafikte geçirilen sürelerin kısılması,
- Ulaşım masraflarının azalması,
- Şehir merkezlerinin araç kirliliğinden arınması,

- Toplu taşıma sistemlerinin daha verimli ve sürdürülebilir olması,
- Toplu taşıma sistemlerinin güzergâh, araç vb. planların daha kolay yapılması,

Ve daha birçok olumlu durumunda beraberinde getirmektedir.

Hatay ilinin Samandağ ilçesinde mevcut toplu taşıma sistemi üzerine çalışmalar yapılmış ve çalışmalar sonucunda sistemin daha verimli ve sürdürülebilir olması adına öneri işletme modelleri geliştirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında 336 adet toplu taşıma aracı değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma sonucunda;

- İşleticilerin verimsiz çalıştıkları tespit edilmiş,
- Mevcut durumda ki toplu taşıma araç sayısının olması gerekenden çok yüksek olduğu saptanmış,
- Yüksek yolcu potansiyelli güzergâhlarda düşük yolcu taşıma kapasiteli araçların çalıştığı tespit edilmiş,
- İşleticilerin herhangi bir kurumsal anlayışa sahip olmadıkları tamamen kar odaklı bu işi yaptıkları belirlenmiş,
- Araç yapılarının engelli ve kısıtlı vatandaşlar için uygun olmadığı belirlenmiş,
- Elektronik bilet sistemini olmadığından vatandaşların aktarmalı binişlerden yararlanamadığı tespit edilmiş,

Ve daha pek çok olumsuz durumun belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda;

- Araç sayısının yaklaşık olarak % 66 oranında azaltılması önerilmiş,
- Aynı güzergah üzerinde bir biri ile rekabet halinde olan işleticilerin ortak gelir havuz yapısı içerisinde yer alması önerilmiş,
- İşleticilerin çalışma saatleri güncellenerek vatandaşların toplu taşıma hizmetlerinden daha iyi bir şekilde yararlanması amaçlanmıştır,
- Araç yapıları ve ebatları değiştirilerek engelli ve kısıtlı vatandaşların kullanımına uygun araçlar önerilmiş,
- Ücretsiz seyahat hakları kapsamında ki vatandaşların toplu taşıma araçlarına ücretsiz binmesi sağlanmış,
- Yüksek yolcu potansiyelli güzergahlara yüksek yolcu taşıma kapasiteli araçların çalıştırılması önerilmiş,
- Sistemin verimli ve sürdürülebilir olması amaçlanmıştır.

Literatürde konu ile alakalı pek çok çalışma olup bu çalışmalara değinecek olursak;

Kalpakçı (2013) tarafından yapılan çalışmalarda; İzmir’de ilinde çok farklı türde ve sayıda toplu taşıma aracı hizmet vermektedir. Toplu ulaşım araçlarının entegrasyonu her geçen gün daha da büyük bir önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada İzmir ilinde ki ulaşım sektörünün zaman içerisinde değişimini ele almaktadır. Çalışmalar sonucunda öneriler sunularak toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli kullanılması amaçlanmaktadır.

Bora (2009) tarafından yapılan çalışmalarda, Denizli ilinde ki otobüs firmalarının 2008 ve 2009 yılları arasında ki verileri baz alınarak analizi yapılmaktadır. Yolcu başına getiriler ile taşınan yolcu sayıları kullanılarak 24 ay boyunca yolcu başına getiri tahminleri ile taşınabilecek yolcu sayıları bulunmaya çalışılarak model oluşturulmaktadır. Oluşturulan modelde çözücü programı kullanılmış olup bu programda dört farklı senaryo geliştirilmiştir. Geliştirilen senaryolar kendi içerisinde değerlendirilerek en verimli olanı belirlenmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda yolcu başına getirilerin üzerinde ücret tarifesinin etkisi oldukça fazladır. Bu yüzden toplu taşıma ücret tarifelerinin makul seviyelerde olması gerekmektedir. Bu sayede toplu taşıma kullanım oranı artarak, daha fazla yolcu taşınması ve daha fazla gelir elde edilmesi mümkün olmaktadır.

Cansız ve Polat (2018) tarafından yapılan çalışmalarda; Hatay ilinin Antakya ve Defne ilçelerinde toplu taşıma faaliyeti gösteren işleticilerin mevcut durumda ki toplu taşıma yapıları ele alınmıştır. Çalışmalarda, mevcut durumda işleticilerin verimsiz çalıştıkları ve bu durumun sürdürülebilir olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun önüne geçebilmek için işleticilere öneri işletme modeli geliştirilmiş ve bu sayede toplu taşıma sisteminin daha verimli ve sürdürülebilir olması amaçlanmıştır.

Doğan ve Özuysal (2017) tarafından yapılan çalışmada; toplu ulaşım araçlarında ki bekleme süreleri incelemeye alınmıştır. Vatandaşların bireysel araç kullanımının önüne geçebilmek adına, ulaşım araçlarının vatandaşların kullanımına daha uygun şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir. Toplu ulaşım araçlarının bekleme sürelerinin azaltılması vatandaşların daha fazla toplu taşıma araçlarına yönlendirileceği hedeflenmektedir. Çalışmada 13 durakta bekleme süreleri ile alakalı gözlemler yapılmıştır. Durakları kendi içlerinde farklı kategorilere ayırarak buna göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Ağın (2015) tarafından yapılan çalışmalarda; toplu taşıma hizmetlerinden yararlanan vatandaşların, toplu ulaşım araçlarını tercih ederken ki kriterlerin belirlenmesi ile alakalı çalışmalar yapılmaktadır. Bazı hatlar belirlenerek, vatandaşlarla anket çalışması yapılmıştır. Daha sonra elde edilen veriler analiz edilerek vatandaşların hangi tip toplu ulaşım aracını daha yoğun olarak tercih ettiği belirlenmektedir. Çalışmalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda, bazı ulaşım araçlarının elektronik bilet sistemi ve aktarma indirimlerinin tanımlandığı için, bazı ulaşım araçlarının esnek güzergah yapısına sahip olduğu için, bazı toplu taşıma araçlarının ise hızlı ve konforlu olduğu için vatandaşlar tarafından tercih edildiği tespit edilmiştir.

Baştürk (2014) tarafından yapılan çalışmalarda; ülkemizde ki ve dünyada ki raylı sistemler incelenmiştir. Türkiye’de ki raylı sistemlere ait verilerin bulunduğu herhangi bir veri tabını olmadığından ülkemizde ki ve dünyada ki raylı sistemlere ait verileri kıyaslamak pek mümkün olmamaktadır. Ülkemizde raylı sistemlerde tercih edilecek araçların ve sinyalizasyon ekipmanlarının büyük bir kısmını ithal edildiğinden, bu tür çalışmalarda; ileriye dönük olarak tecrübeli personellerin yetişebilmesi ve ekipmanların ülkemizde üretilmesi adına, yerlilik kriterleri getirilmesi gerekmektedir.

Öztürk ve arkadaşları(2015) tarafından yapılan çalışmada; toplu taşıma araçlarında şoför olarak hizmet veren vatandaşların, tükenmişlik seviyeleri tespit edilmektedir. Bu çalışmada Maslach tükenmişlik ölçeği kullanılmaktadır. Şoför olarak hizmet veren 1879 kişiden 369 tanesi çalışma kapsamına alınmıştır. Bu çalışmada tükenmişlik durumunu belirlemek adına 3 kriter belirlenmiş olup bunlar, duygusal bitkinlik, duyarsızlık ve düşük kişisel başarı olarak sıralanmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda şoförlerde tükenmişlik sendromuna rastlanılmamıştır.

YÖNTEM

1. Toplu Taşıma Bilgi Formlarının Oluşturulması

Toplu taşıma rehabilitasyon çalışmalarında ilk olarak, mevcut durum tespiti yapılmaktadır. Bunun için iki farklı yöntem ile bilgiler toplanmaktadır. Bilgiler, önce ofis ortamında toplu taşıma bilgi formlarını doldurarak, daha sonra sahada ki yolcu sayım ekipleri tarafından yapılan yolcu ve araç sayımları sonucunda elde edilmektedir.

Toplu taşıma bilgi formları oluşturulmuş ve her kooperatife ile birlikte bu formlar doldurulmuştur.

HattınAdı:			
Hatta Çalışan Toplam Araç sayısı:	Araçın YolcuTaşıma Kapasitesi:	1	
Çalışan AraçSayısı:		2	
Yatan AraçSayısı:		3	
Sefere BaşlamaSaati:	Sefer ZamanÇizelgesi		
Akşam BitişSaati:	1		
Gece Nöbet BaşlamaSaati:	2		
Gece Nöbet BitişSaati:	3		
Gün İçinde Yapılan TurSayısı:	4		
Nöbette Yapılan TurSayısı:	5		
Toplam Yapılan TurSayısı:	6		
Hattın Uzunluğu:	Tur başınayolcu: Araç başınayolcu: ToplamYolcu: Km. başınayolcu:		
Bir Turun Toplam Süresi:			
Ortalama Ticari Hız:			
Araç Başı Yapılan Km.			
Araç Başı Tur Sayısı:			
Araçın Seferde			
Kaldığı Süre:			
Araçın Toplam Çalışma Süresi:			
Araçın ÇalışmaVerimliliği:			

Toplu Taşıma Bilgi Formu

Bu form sayesinde;

- Hatta ve günde servise verilen kayıtlı araç sayısı,
- Araçların yolcu taşıma kapasitesi,
- Sefere başlama ve bitirme saatleri,
- Sefer-zaman çizelgesi,
- Hattın uzunluğu,
- Gün İçinde Yapılan Tur Sayısı,
- Toplam Yapılan Tur Sayısı
- Bir turun toplam süresi,
- Ortalama ticari hız,
- Araç başı yapılan km,
- Araç başı tur sayısı,
- Aracın seferde kaldığı süre,
- Aracın toplam çalışma süresi,
- Aracın çalışma verimliliği,
- Tur başına yolcu,
- Araç başına yolcu,
- Toplam yolcu,
- Km. başına yolcu
- Gece Nöbet Başlama Saati,
- Gece Nöbet Bitiş Saati,
- Nöbette Yapılan Tur Sayısı,

Gibi bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler elde edildikten sonra yolcu sayım ekipleri hem bu verilerin kontrolünü sağlamak hem de her güzergahın yolcu potansiyelini belirlemek amacıyla sahada yolcu ve araç sayımları gerçekleştirilmiştir. Sayım ekibi 26 gün boyunca 237 sefer sayımı gerçekleştirmiştir.

Tablo 1. Toplu Taşıma Güzergâhlarında Yapılan Sefer Sayıları

Güzergah Adı	Sayım Yapılan Gün Sayısı	Sayılan Sefer Sayısı
Samandağ – Antakya (DENİZ)	4 gün	38 sefer
Samandağ – Antakya (HEDEF)	4 gün	36 sefer
Samandağ – Antakya (SAHİL)	4 gün	36 sefer
Yeniçağ – Antakya	1 gün	9 sefer
Büyükçat – Antakya	2 gün	17 sefer

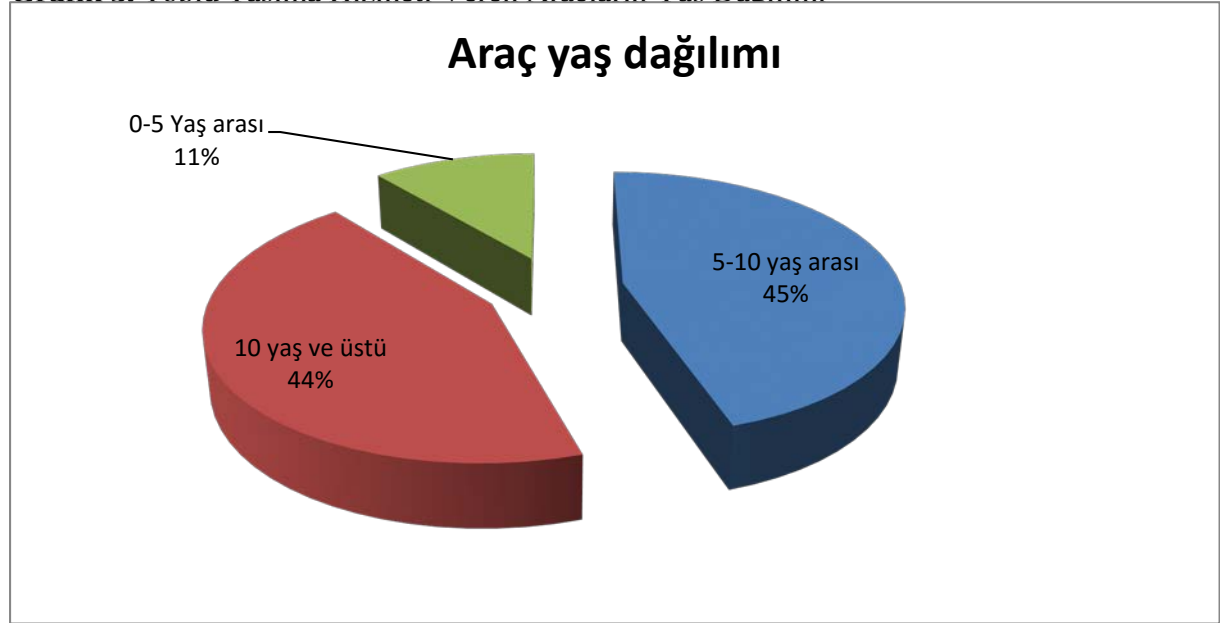
Değirmenbaşı – Antakya	2 gün	17 sefer
Aknehir – Antakya	2 gün	14 sefer
Tavla – Antakya	2 gün	23 sefer
Huzurlu – Antakya	2 gün	20 sefer
Yaylıca – Antakya	1 gün	9 sefer
Tomruksuyu – Antakya	1 gün	9 sefer
Fidanlı – Antakya	1 gün	9 sefer
Toplam	26 gün	237 sefer

BULGULAR

Toplu taşıma bilgi anketi formu ve sayımlar sonucunda işleticilerin mevcut durum verileri elde edilmiştir. Bu veriler ile alakalı analizler yapılarak öneri işletme modelleri işleticilere önerilmiştir.

Tablo 2. Güzergahlarda Sayım Sonucunda Elde Edilen Günlük Yolcu Sayıları

Güzergah adı	Yolcu sayısı
Samandağ – Antakya (DENİZ)	5.966
Samandağ – Antakya (HEDEF)	4.071
Samandağ – Antakya (SAHİL)	4.294
Yeniçağ – Antakya	582
Büyükçat – Antakya	328
Değirmenbaşı – Antakya	580
Aknehir – Antakya	515
Tavla – Antakya	484
Çanakoluk – Antakya	451
Yaylıca – Antakya	1.422
Tomruksuyu – Antakya	772
Fidanlı – Antakya	264
Toplam	19.729

Grafik 3. Toplu Tasıma Hizmeti Veren Aracların Yas Dağılımı**Tablo 3.** Araç Başına Taşınan Günlük Yolcu Sayısı

Güzergah Adı	Günlük Ortalama Yolcu Sayısı	Güzergahta Çalışan Araç Sayısı	Araç Başına Taşınan Günlük Yolcu Sayısı
Samandağ – Antakya (DENİZ)	5.966	116	51
Samandağ – Antakya (HEDEF)	4.071	43	95
Samandağ – Antakya (SAHİL)	4.294	40	107
Yeniçağ – Antakya	582	12	48,5
Büyükçat – Antakya	328	16	20,5
Değirmenbaşı – Antakya	580	21	27,6
Aknehir – Antakya	515	26	19,8
Tavla – Antakya	484	15	32,2
Çanakoluk – Antakya	451	18	25
Yaylıca – Antakya	1.422	9	158
Tomruksuyu – Antakya	772	9	85,7
Fidanlı – Antakya	264	9	29,3
TOPLAM	19.729	336	59

Tablo 4. Araç Başına Yapılan Günlük Km

Güzergah Adı	Güzergah Uzunluğu	Tur Sayısı	Güzergahta Gün İçinde Yapılan Toplam Km	Araç Başına Yapılan Günlük Km
Samandağ – Antakya (DENİZ)	62	163	10.162	87,6
Samandağ – Antakya (HEDEF)	62	115	7.130	165,81
Samandağ – Antakya (SAHİL)	62	113	7.006	175,15
Yeniçağ – Antakya	46,36	28	1298,08	108,17
Büyükçat – Antakya	47,9	18	862,2	53,88
Değirmenbaşı – Antakya	45,72	26	1188,72	56,6
Aknehir – Antakya	55,2	22	1214,4	46,7
Tavla – Antakya	28,2	40	1128	75,2
Çanakoluk – Antakya	39	23	897	49,83
Yaylıca – Antakya	46	45	2.059	228,8
Tomruksuyu – Antakya	49,38	20	987,6	109,73
Fidanlı – Antakya	48,04	12	576,48	64,05

Tablo 5. Güzergahlarda Km Başına Taşınan Yolcu Sayısı

Güzergah Adı	Günlük Ortalama Yolcu Sayısı	Güzergahta gün içinde yapılan Toplam Km	Km Başına Taşınan Yolcu Sayısı
Samandağ – Antakya (DENİZ)	5.966	10162	0,58
Samandağ – Antakya (HEDEF)	4.071	7130	0,57
Samandağ – Antakya (SAHİL)	4.294	7006	0,61
Yeniçağ – Antakya	582	1298,08	0,44
Büyükçat – Antakya	328	862,2	0,38

Değirmenbaşı – Antakya	580	1188,72	0,48
Aknehir – Antakya	515	1214,4	0,42
Tavla – Antakya	484	1128	0,42
Çanakoluk – Antakya	451	897	0,50
Yaylıca – Antakya	1.422	2059,2	0,69
Tomruksuyu – Antakya	772	987,6	0,78
Fidanlı – Antakya	264	576,48	0,45

Tablo 6. Güzergahlarda Araç Başına Yapılan Tur Sayıları

Güzergah Adı	Araç Sayısı	Tur Sayısı	Araç Başına Tur Sayısı
Samandağ – Antakya (DENİZ)	116	163	1
Samandağ – Antakya (HEDEF)	43	115	3
Samandağ – Antakya (SAHİL)	40	113	3
Yeniçağ – Antakya	12	28	2,33
Büyükçat – Antakya	16	18	1,12
Değirmenbaşı – Antakya	21	26	1,23
Aknehir – Antakya	26	22	0,84
Tavla – Antakya	15	40	2,66
Çanakoluk – Antakya	18	23	1,27
Yaylıca – Antakya	9	45	5
Tomruksuyu – Antakya	9	20	2,22
Fidanlı – Antakya	9	12	1,33
TOPLAM	336	625	2

Tablo 7. Güzergâhlarda Sefer Başına Yapılan Yolcu Sayısı

Güzergah Adı	Günlük Ortalama Yolcu Sayısı	Sefer Sayısı	Sefer Başına Yolcu Sayısı
Samandağ – Antakya (DENİZ)	5.966	326	18
Samandağ – Antakya (HEDEF)	4.071	230	18
Samandağ – Antakya (SAHİL)	4.294	226	19
Yeniçağ – Antakya	582	56	10,3
Büyükçat – Antakya	328	36	9,1
Değirmenbaşı – Antakya	580	52	11,1
Aknehir – Antakya	515	44	11,7
Tavla – Antakya	484	80	6
Çanakoluk – Antakya	451	46	9,8
Yaylıca – Antakya	1.422	90	16
Tomruksuyu – Antakya	772	40	19,3
Fidanlı – Antakya	264	24	11
TOPLAM	19.729	1250	16

Tablo 8. Güzergâhlarda İşletme Verimliliği

Güzergah Adı	Araç Başına Yapılan Km	Güzergâhlarda İşletme Verimliliği
Samandağ – Antakya (DENİZ)	92	35,95
Samandağ – Antakya (HEDEF)	166	66,32
Samandağ – Antakya (SAHİL)	152	60,92
Yeniçağ – Antakya	108,17	43,27
Büyükçat – Antakya	53,88	21,55
Değirmenbaşı – Antakya	59,43	23,77

Aknehir – Antakya	57,82	23,12
Tavla – Antakya	75,2	30,08
Çanakoluk – Antakya	33,22	13,28
Yaylıca – Antakya	229	91,52
Tomruksuyu – Antakya	109,73	43,89
Fidanlı – Antakya	72,06	28,82
ORTALAMA	101	40,2

10 kooperatifin toplu taşıma faaliyeti gösterdiği güzergâhlar incelenmiş olup;

- Güzergahlarda fazla sayıda hizmet tekrarlarının olduğu,
- Güzergahların vatandaşların cazibe noktalarını es geçtiği,
- Bazı güzergahlarda seferlerin erken saatlerde bittiği,
- Toplu taşıma hizmeti verilen araçların bir çoğunun ekonomik ömrünü tamamlamış yada tamamlamaya yakın olduğu,
- Araçların engelli ve kısıtlı vatandaşların kullanımına uygun olmadığı,
- Aynı güzergahta ki işleticilerin birbiri ile rekabet halinde olduğu,
- Güzergahlarda aktarma indirimlerinin tanımlanmadığı
- İşleticilerin aylık işletme giderlerinin yüksek olduğu,
- Toplu taşıma hizmetinin kurumsal bir anlayışla verilmediği tespit edilmiştir.

Kooperatifler	Mevcut Araç Sayısı	Rehabiltasyon Sonrası Araç Sayısı
25 Nolu Samandağı	116	23
41 Nolu Hedef	43	15
143 Nolu Sahil	40	15
207 Nolu Yeniçağ	12	6
155 Nolu Büyükçat	18	6
177 Nolu Aknehir	26	5
82 Nolu Değirmenbaşı	21	5

223 Nolu Tavla	15	5
194 Nolu Ortaklar	18	6
147 Nolu Yaylıca Kooperatifi	27	27
Toplam	336	113

Araçların değişimi ile birlikte toplu taşıma sistemine yeni standartlar geldi;

Toplu taşıma entegrasyonunun sağlanması,

Toplu taşıma araçlarının alçak tabanlı olması,

Engelli erişimine uygun olması,

65 yaş üstü vatandaşların toplu taşıma hizmetlerinden ücretsiz olarak yararlanması,

Ücretsiz Veya İndirimli Seyahat Kartları Yönetmeliği kapsamındaki vatandaşların toplu taşıma hizmetlerinden ücretsiz olarak yararlanması,

Toplu taşıma araçlarının Euro 5-6 motor özelliklerine sahip çevre dostu araçlar olması sağlanmıştır.

SONUÇ

Ülkemizde ulaşım hizmetlerine olan ihtiyaç her geçen gün artış göstermektedir. Cazibe noktalarının değişmesi yada artış göstermesi insanları yeni güzergahlara ve yeni ulaşım modellerine yönlendirmektedir. Ancak vatandaşlar için gerekli ulaşım planlamalarının doğru yapılmaması durumunda şehir merkezlerinde trafik problemleri giderek artarak içinden çıkılmaz durumlara gelebilecektir. Bu durumun önüne geçebilmek için, toplu taşıma araçlarının maksimum verimle kullanılarak, vatandaşların toplu taşıma araçlarına yönlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında Hatay ili Samandağ ilçesinde toplu taşıma faaliyeti gösteren 336 adet toplu taşıma işleticisi değerlendirmeye alınmıştır.

Yapılan analizler sonucunda;

- İşleticilerin verimsiz çalıştıkları tespit edilmiş,
- Mevcut durumda ki toplu taşıma araç sayısının olması gerekenden çok yüksek olduğu saptanmış,
- Yüksek yolcu potansiyelli güzergahlarda düşük yolcu taşıma kapasiteli araçların çalıştığı tespit edilmiş,
- Hizmet tekrarlarının çok fazla olduğu ve bu durumun toplu taşıma sistemini verimsizleştirdiği sonucuna varılmış,

- İşleticilerin herhangi bir kurumsal anlayışa sahip olmadıkları tamamen kar odaklı bu işi yaptıkları belirlenmiş,
- Aynı güzergah üzerinde ki işleticilerin birbiri ile yolcu kapma rekabetinde olduğu tespit edilmiş,
- Araç yapılarının engelli ve kısıtlı vatandaşlar için uygun olmadığı belirlenmiş,
- Elektronik bilet sistemini olmadığından vatandaşların aktarmalı binışlerden yararlanamadığı tespit edilmiş,
- Ve daha pek çok olumsuz durumun belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmayla birlikte;

- Sistemin verimli ve sürdürülebilir olması amaçlanmıştır,
- Araç sayısının yaklaşık olarak % 66 oranında azaltılması önerilmiş,
- Aynı güzergah üzerinde bir biri ile rekabet halinde olan işleticilerin ortak gelir havuzu içerisinde yer alması önerilmiş, böylelikle yolcu kavgalarının önüne geçilerek vatandaşların daha sağlıklı toplu taşıma hizmeti alması sağlanmış,
- İşleticilerin çalışma saatleri güncellenerek vatandaşların toplu taşıma hizmetlerinden daha iyi bir şekilde yararlanması amaçlanmıştır,
- Araç yapıları ve ebatları değiştirilerek engelli ve kısıtlı vatandaşların kullanımına uygun araçlar önerilmiş,
- Ücretsiz seyahat hakları kapsamında ki vatandaşların toplu taşıma araçlarına ücretsiz binmesi sağlanmış,
- Şehir merkezinde ki trafik problemlerinin önüne geçilebilmesi için vatandaşların daha modern konforlu toplu taşıma araçları ile hizmet alması sağlanmış,
- Bu sayede toplu taşıma kullanım oranının artırılması ve bireysel araç kullanımının azalması amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, toplu taşıma sistemleri şehirlerimiz için büyük önem arz etmektedir. Şehirlerimizin daha yaşanılabilir olabilmesi adına toplu taşıma sistemleri her geçen gün güncellenerek, vatandaşların kullanımına uygun olacak şekilde hizmet vermelidir. Aksi taktirde şehirlerimizde trafik problemlerinin payı her geçen gün artış gösterecektir.

KAYNAKLAR

Kalpakçı, A., (2013). ‘Ara toplu taşıma sistemlerinin şehir içi otobüs sistemleri ile entegrasyonu, İzmir Örneği’Temmuz 2013, 171 sayfa.

Bora, A.Y., ‘Kent içi otobüs taşımacılığında talep tahmini’, Eylül 2009, 70 sayfa.

Cansız, Ö.F., Polat, M.İ., ‘International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS) [Vol-5, Issue-5, May- 2018]’ <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.5.5.13>
ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O).

Doğan, G., & Özuysal, M. (2017). Toplu ulaşımında bekleme süresini etkileyen faktörlerin incelenmesi: güvenilirlik, yolcu bilgilendirme sistemi ve fiziksel koşullar. İMO Teknik Dergi, 28(3), 7927-7954.

Ağın, C. (2015). Türkiye’de Şehirlerdeki Toplu Ulaşım Sistemleri Sorunlarının Çözümlemesinde Toplumsal Davranışların Etkilerinin Planlama Süreci Kapsamında İncelenmesi. İzmir-Karşıyaka Örneği. İzmir Karşıyaka Örneği. Yüksek Lisans Tezi. DokuzEylülÜniversitesi, Fen.

Baştürk, G. (2014). Kent içi raylı toplu taşıma sistemleri incelemesi ve dünya örnekleri ile karşılaştırılması. Ulaştırma Haberleşme Uzmanlığı Tezi.

Öztürk, A., Uzuner, A., Akman, M., & Tüzün, S. (2015). Toplu taşıma araçlarını kullanan sürücülerde tükenmişlik durumu: Kesitsel bir çalışma. Türkiye Aile Hekimliği Dergisi, 19(1), 22-30.

TÜİK Verileri.

Samandağ Defne Antakya İlçeler Arası Hatları Toplu Taşıma Rehabilitasyon Raporu.

Hatay Ulaşım Ana Planı verileri.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAPSAMINDA YEŞİL ÇATI SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

GREEN ROOF SYSTEMS APPLICATIONS IN THE SCOPE OF ENERGY EFFICIENCY

Öğr. Gör. Dr. Elif Gizem YETKİN

Alanya HEP Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Alanya, Antalya.

ORCID NO: 0000-0001-8775-8313

ÖZET

Teknolojinin hızla ilerleyişi ve artan enerji ihtiyacı buna bağlı olarak gelişen enerji kaynağı sıkıntıları, yaşadığımız dünyanın sürdürülebilirliğinin sağlanması son yıllarda hızla çözülmesi gereken konular haline gelmiştir. Enerji ve kaynak tüketimi değerleri incelendiğinde bu alanda en büyük paya yapılar ve yapı yapım sektörünün sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik stratejileri içinde en çok geliştirilen alan da hiç kuşkusuz yapı yapım sektörü olmuştur. Bu alanda çok sayıda gelişme kaydedilmiştir. Sürdürülebilir mimari, sürdürülebilir yapı, yeşil yapı ve enerji etkin yapı gibi kavramlar da yine bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Yapı sektöründe ortaya çıkan sürdürülebilirlik bağlamındaki bu değişim kısa süre içinde tüm dünyada etkili hale gelmiştir ve bu alanda üretilen yapıların sayısı her geçen gün artmaktadır. “Yeşil Yapı” kavramı yapı yapım sektörünü büyük ölçüde değiştirmiştir. Yeşil yapılarla birlikte yeşil yapı değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler yeşil yapıları değerlendirmek ve sertifikalandırmak için kullanılmaktadır. Bu sistemler yapının enerji ve kaynak korunumunda ne kadar etkili olduğunu belgelemektedir. Temelinde tüm bu geliştirilen sistemler yapılarda enerji tüketimini azaltmayı ve yapı etkinliğini arttırmayı amaçlamaktadır.

Yapıların çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak üzere kullanılan yeşil yapı sistemleri tüm yapıları çevreler için önemlidir. Özellikle de yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlarda yapıların kentsel ısı adası etkisi, yağmur suyu kontrolü ve bu gibi sorunlara neden olduğu bilinmektedir. Yapılaşmanın çok olduğu büyükşehirlerde sel baskınlarının artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bunun en önemli nedeni olarak yeşil alanların yapılaşmaya katılması ve yağmur suyunun kontrolünün zorlanması görülmektedir. Hem enerji etkinliği sağlamada hem de yoğun yapılaşmanın neden olduğu olumsuz etkileri bertaraf etmede bir yeşil yapı stratejisi olan “yeşil çatı” uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeşil çatıların yapı için birçok yararı bulunmaktadır, bunlardan en önemlisi enerji korunumunun sağlanmasında olan etkin performansdır. Hemen hemen her yapıya kolaylıkla uygulanabilir olması yeşil çatılara olan talebi arttırmıştır. Bu çalışmada, yeşil çatı türleri ve uygulamaları incelenerek yapılarda enerji verimliliğine katkısı irdelenmiştir. Yeşil çatıların uygulama alanları ve yeşil çatı boyutlarına göre yapının enerji etkinliğinde oluşan değişimler belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yeşil Çatı, Sürdürülebilir Mimarlık, Enerji Etkin Yapı Tasarımı, Ekolojik Yapılar.

ABSTRACT

The rapid advancement of technology and the increasing need for energy have become issues that need to be resolved rapidly in recent years, with the energy supply problems developing accordingly, and ensuring the sustainability of the world we live in. When the energy and resource consumption values are examined, it is seen that the buildings and building construction sector have the biggest share in this area. In this context, the most developed area of sustainability strategies is, undoubtedly, the building construction sector. Much progress has been made in this area. Concepts such as sustainable architecture, sustainable building, green building and energy efficient building have emerged as a result of the studies carried out in this field.

This change in the context of sustainability in the building sector has become effective all over the world in a short time and the number of buildings produced in this area is increasing day by day. The concept of "Green Building" has drastically changed the building construction industry. Green building evaluation systems have been developed with green buildings. These systems are used for evaluation and certification of green buildings. These systems document how effective the building is in conserving energy and resources. Basically, all these systems developed aim to reduce energy consumption and increase building efficiency in buildings.

Green building systems used to reduce the negative effects of buildings on the environment are important for all built environments. Especially in urban areas where housing is intense, it is known that the buildings cause problems such as urban heat island effect, rain water control and such. It has been observed that floods increase in metropolitan cities where there is a lot of construction. The most important reason for this is the inclusion of green areas in construction and the difficulty in controlling rainwater. "Green roof" applications, which are a green building strategy, are widely used in both providing energy efficiency and eliminating the negative effects caused by intense housing. Green roofs have many benefits for the building, the most important of which is its effective performance in providing energy conservation. The fact that it can be easily applied to almost any building has increased the demand for green roofs. In this study, green roof types and applications were examined and their contribution to energy efficiency in buildings was examined. The changes in the energy efficiency of the building were determined according to the application areas of green roofs and the dimensions of the green roof.

Keywords: Green Roof, Sustainable Architecture, Energy Efficient Building Design, Ecological Buildings.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramının yapı sektörüne üzerinde etkisi güncelliğini korumaktadır. Yapılarda enerji korunumu stratejileri geliştirilmesi küresel olarak desteklenen sürdürülebilirlik uygulamaları öncelikli yer teşkil etmektedir. Bu alanda yapılan pek çok uygulama vardır ancak bunlar arasında yeşil çatı uygulamaları hem mevcut yapılar hemde yeni yapılara kolaylıkla entegre edilebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı hem kentlerdeki sera etkisinin azaltılması hemde yapıların enerji konumuna katkı sağlar. Bunun yanı sıra yağmur suyunun kontrolünün sağlanmasında yeşil çatılar büyük rol oynar. Her yıl yapı yoğunluğu artan büyük şehirlerimizde sel ve su taşkınları felaketlerinin sayısı artmaktadır. Bunun en önemli nedeni yapılaşma nedeniyle yağmur sularının toprakla buluşmasının gecikmesidir.

Yeşil çatılar multidisipliner çalışma ürünüdür, tasarım ve uygulamada peyzaj mimarları, mimarlar, yapı mühendisleri ve hatta bahçıvanlar olmak üzere çeşitli alanlardan uzmanların birlikte çalışmaları gereklidir. Yeşil çatıların ekolojik denge ve yapıların enerji korunumuna olan olumlu etkisi yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bunun bilgiler ışığında yeşil çatılara ilgi artmaktadır. Yağmur suyu korunumu ve kentsel ekoloji üzerindeki ile yeşil çatı sürdürülebilirliği için çatılara yapılacak uygulamaların seçimi büyük önem taşımaktadır.

Yeşil çatılar (bahçe çatılar) önceleri insanların kendilerini rahat hissedebilecekleri mekanlar oluşturmak üzere tasarlanırken, günümüzde teknolojik olanakların da artmasıyla birçok açıdan faydasının bilimsel olarak kanıtlandığı ve farklı mekan düzenlemelerine göre kullanımının şekillendiği sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır (Erkul, 2012).

Yeşil çatıların ilk örneklerine yerel mimari yapılarının çoğunda rastlanmaktadır. Bölgelere göre bu çatıların farklı uygulamaları bulunmaktadır ve eski zamanlarda çoğunlukla zengin ailelerin yeşil çatı uygulamaları yaptığı belgelenmiştir (Osmundson, 1999). Yerel mimarideki bu örnekler hem yeşil çatılar hem de çatı bahçeleri günümüz yeşil çatı yapım sistemi örneklerini doğrudan etkilemiştir.

Yeşil çatılar ve çatı bahçeleri, bitki örtüsü ile kaplanmış bina yüzlerini anlatır özellikle çatı bölümlerini ve sıklıkla birbirinin yerine kullanılan terimlerdir. Yeşil çatılar iki farklı alanda sınıflandırma yapılmaktadır. Birinci alan kullanım şekilleri bunlar (Werthmann, 2007); İnsanların erişimi ve keyfi için kurulan ve kullanıma uygun olmayan çatı bahçeleri olarak ikiye ayrılır. Ayrıca, uygulanan toprak yükü ve ekilmek istenen bitkilere göre sınıflandırılırlar; intensive, semi-intensive ve extensive yeşil çatılar.

2. Yeşil çatı ve Dikey bahçe

Yeşil çatı ve dikey bahçe sistemlerinin binalara uygulanması, enerji taleplerini azaltmak, büyük şehirlerde CO2 konsantrasyonunu azaltmak, gri alanlarda parçalı ekosistemin bozulmaya uğrayan özelliklerini eski haline getirmek için pasif araçlar olarak kullanılmaktadır. Ayrıca estetik görüntülerinin yanı sıra toplum için birçok fayda sağlamaktadır. Yeşil çatıların sürdürülebilirlik ilkeleri kapsamında ekoloji, iklim, kentsel çevrenin kalitesi, ekonomik ve kültürel avantajları Tablo 1.'de gösterilmiştir

Tablo 1. Yeşil Çatıların Avantajları (Peck, 1999)

Kavram	Avantaj
Ekoloji	Biyçeşitliliği korumak ve yeni habitat yaratmak
	Kentlerin ekolojik ve çevresel kalitesinin iyileştirilmesi
İklim	Isı adalarının etkisinin azaltılması
	Soğutma etkisi
	Soğuk rüzgar ve ısı yalıtkanının etkisinin azaltılması
Kentsel Çevrenin Kalitesi	Hava kalitesini iyileştirme
	Oksijen ve Karbondioksit değişimi
	Gürültüyü azaltmak
	Akış azaltmak
	Su kalitesini artırmak ve kirlenmeyi önlemek
	Elektromanyetik radyasyonu azaltmak (% 99'a kadar)
	Sıcak mevsimlerde soğutma maliyetini düşürmek
Ekonomik Ve Kültürel	Yer hissini arttırmak
	Rekreasyon ve sağlık
	Ekonomik enerji (kışın izolatör kapsamı)
	Çarpan yeşil alan oluşturma
	Çatı yalıtkanının yaşını artırmak

Yeşil çatılar uygulama şekillerine göre üç grupta incelenmektedir. Bunlar intensive, semi-intensive ve extensive çatılardır. Ayrıca yeşil çatılarla birlikte dikey düzlemler ile uygulanmakta olan dikey bahçe sistemleri yine yeşil çatıların sağladığı ekolojik faydaları hepsini sağlamakta ve sürdürülebilirlik alanında önemli bir yer tutmaktadır.

2.1 Yeşil çatı türleri

Yeşil çatı terimi, yapının çatı ve teras kısımlarının bitki örtüsü ile kaplı olduğunu ifade eder (Emilsson, 2006). Yeşil çatılar, geleneksel çatı hizmetleri ve hatta daha uzun bir çatı ömrü sağlayabilir, ancak aynı zamanda yağmur suyu akışını azaltabilir ve tepe akış zayıflamasını teşvik edebilir. Ek olarak, yeşil çatılar, potansiyel enerji tasarrufu ve iyileştirilmiş hava kalitesi gibi ekonomik ve çevresel faydalarla eş zamanlı olarak ekosistem hizmetleri

sağlayabilir. Kentleşme, yazın kentsel ısı adalarını yoğunlaştırarak daha fazla ısıya bağlı ölümlere, solunum hastalıklarına ve en yüksek enerji tüketimine yol açar (Sproul, 2014).

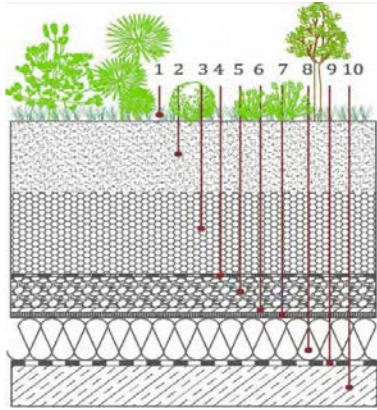
Ekstansif (seyrek) yeşil çatılar: Ekolojik çatılar olarak da bilinen geniş çatılar, yarı geniş ve yoğun yeşil çatılardan daha ince katmanlara (drenaj, ortam ve bitkiler) sahip düşük profilli dir.

Kısa köklü bitkiler kullanılan ve 5 cm ile 10 cm büyüme ortamı oluşturacak şekilde kurulan yaşayan çatı sistemleridir. Bu çatılar, diğer yeşil çatı türlerine kıyasla genellikle daha ucuzdur ve daha az bakım gerektirir ve genellikle sulamaya gerek yoktur (Dunnett, 2004). Ekstansif yeşil çatılar düşük ağırlığa ve daha az toprağa sahiptir, bu da maliyeti ve çatıdaki yapısal yükü en aza indirmeye yardımcı olur (Stater, 2008).

Semi- İntensif yeşil çatılar: Bu yeşil çatılar, az bakım gerektirecek şekilde tasarlanmıştır, ancak kapsamdan daha derin katmanlara (drenaj, ortam ve bitkiler) sahiptir, ancak intensif çatılar kadar derin değildir. Tipik katmanlar 15 cm ile 25 cm arasındadır. Ekstansif çatıya kıyasla bu çatıda çok çeşitli bitkiler büyüyebilir (Dunnett, 2004). Semi- İntensif çatılar çimler veya yer bitki türleri ile bitkilendirilir. Düzenli bakım gerektirir. Bu yeşil çatı türünde yapının yüke dayanımı intensif yeşil çatıya göre ılımlı olabilir ve bu nokta semi-intensif yeşil çatıları daha uygun maliyetli yapar. Bununla birlikte, ekstansif çatılardan daha pahalı ve karmaşıktır. Bu çatıların genellikle erişilebilirliği yoktur (Stater, 2008).

İntensif yeşil çatılar: Yoğun yeşil çatılar olarakta adlandırılır. Bu tür yeşil çatılar derin katmanlara (drenaj, ortam ve bitkiler) ve daha geniş bir bitki çeşidine sahiptir. Büyüme ortamının derinliği 25 cm ve daha fazlasıdır. Birçok intensif çatı, en azından kısmen erişilebilir olacak şekilde tasarlanmıştır (Dunnett, 2004). İntensif yeşil çatılar çatı bahçesi kavramının tam anlamıyla karşılığını oluşturur bahçe veya park gibi görünür, yetiştirme ortamı, bitkiler, sular ve ziyaretçi kullanımını içerdiği için güçlendirilmiş bir yapı üzerinde kurulmalıdır. Kentsel alanlarda azalan doğal yaşam alanlarının geri kazanımının kısmende olsa sağlanması için bu tür bahçeler yoğunlaştırılmalıdır. (Stater, 2008). İntensif yeşil çatıların tabakaları Şekil 1 'de bir çatı kesiti çizimden gösterilmiştir. Bu katmanlar diğer çatılarda da hemen hemen aynıdır. Çatıda uygulanacak bitki türünün köklenme özelliği ve ihtiyaçlarına göre değişen bitki yetiştirme tabakası çatı türlerinde değişiklik göstermektedir.

Şekil 1. İntensif yeşil çatı yapısal elemanlarının kesit üzerinden gösterimi (Guide to Green Roofs, 2011)



İntensif Yeşil çatı tabakaları

1. Bitki örtüsü tabakası
2. Bitki yetiştirme tabakası
3. Mineral toprak tabakası
4. Filtre keçe tabakası
5. Drenaj tabakası
6. Koruyucu tabakası
7. Su yalıtım tabakası
8. Isı yalıtım tabakası
9. Buhar kesici
10. Çatı

Ayrıca intensif yeşil çatılarda çatı eğimi %2 ile %10 arasında değişir, drenaj tabakası 10 cm den daha derindir, toprak derinliği nedeniyle bitkilere daha fazla kök derinliği sunar (Weiler ve Scholz-Barth 2009; Akt., Erkul 2012). Bu tür yeşil çatılar, yüksek ısı ve yağmur suyu tutma özelliğine sahip, yüksek kesitli, yoğun bitkilendirilmiş bir yeşil çatı sistemleridir (Ting Au 2007; Akt., Erkul 2012). Bu sistemler daha derin bitki yetiştirme alanına sahiptir ve yoğun bitkilendirme yapılmasına olanak sağlar çok çeşitli bitki ekimi yapılabildiği gibi ağaçsı ve hatta ağaçların bile yetişmesine imkân veren derin toprak tabakasına sahiptirler. Yoğun bitkilendirme yapılmış yeşil çatı sisteminde, erişilebilir olması, bitkiler için bakım ve sulama gerektirmesi, çatıya gelecek mekanik etkiler de dikkate alınarak projelendirip uygulama yapılmalıdır (Clark 2008).

2.2 Dikey bahçe sistemleri

Bitkilerin insanlar üzerinde duyuşal olarak pozitif etkilerinin olduğu bilinmektedir. Günden güne değişim gösteren dinamik yapıları ve estetik özellikleri ile insanın yaşadığı ortama aidiyetini kuvvetlendiren ve huzur veren yapıları ile günlük yaşam içinde önemli yerleri vardır. Ancak doğanın kentsel doku içinde varlığı sürdürülebilmesi son yıllarda zorlayıcı olmaya başlamıştır.

Yaşam koşulları insanları her geçen gün daha fazla bina arasında kalmaya zorlamaktadır. Bu soruna son yıllarda getirilen en çarpıcı çözümlerden birisi dikey bahçe tasarım ve uygulamalarıdır (Yüksel, 2013). Beton istilasına karşı, yeşilin betonu istilasını olarak da adlandırılabilir.

Dikey bahçe, yapıların ve binaların dikey yüzeylerine, topraklı ya da topraksız olarak uygulanmış haline denir. Kentsel doku içinde de dikey bahçe uygulamaları görülmektedir. Dikey bahçeler, yapıda dış duvar üzerine ya da bahçe, yol vb. ayırım duvarı olarak da kullanılabilmektedir (İpekçi ve Yüksel, 2012). Bu tasarımlar geniş, yeşil alanlar yaratmak için yeterli alan olmasa bile ihtiyaç duyulan yeşile sahip olmayı sağlamaktadır (Blanc, 2008). 1994’ te “Yaşayan Duvarlar” adıyla Patrick Blanc tarafından üretilen sistem, en kısa

tanımıyla binaların dış yüzeylerinin canlı bitkilerle kaplanması anlamına gelmektedir (Lambertini ve Leenhardt, 2007).

3. Yeşil çatı ve Dikey bahçe uygulamalarının enerji verimliliği

Sürdürülebilirlik stratejilerinin temeli enerji verimliliğine dayanmaktadır. Yeşil çatılar ve dikey bahçelerde enerji verimliliğine doğrudan etkisi bulunmaktadır. Hatta enerji verimliliği açısından yapılarda en hızlı çözüm olarak öngörülmektedir. Mevsimsel değişiklik gösteren iklim koşullarına göre yapının adaptasyonuna olanak sağlarlar.

3.1 Yeşil çatı uygulamaları enerji verimliliği:

Kentler sadece çevresindeki kırsal alanlar arasında iklimsel farklılıklar göstermemekle kalmayıp aynı zamanda toprak yapısı ve çevre kirliliği açısından da farklılıklar göstermektedir. Kentler, fiziksel yapılar, örtü alanları, yeşil alanların olmaması fiziksel ve biyolojik ortamda tutarlı değişikliklere neden olmaktadır. (Sukopp 2004). Tablo 2’de ısı akışının yeşil çatı enerji dengesine etkisi gösterilmiştir.

Tablo 2. Isı akışlarının yeşil çatı enerji dengesine katkısı

Akış Tipi	Akış Adı	Katkısı (%)
İçerde	Güneş radyasyonu	100
Dışarda	Evaporasyon: bitki su tüketimi	53.2
	Isı yayma	6.5
	Fotosentez/Işık etkisi ile sentezleme	11.1
	Net/Kesintisiz uzun dalga radyasyon	26.4
	Binaya İletilen	1.3
Depolama	Toprak tarafından	1.1
	Bitki tarafından	0.4

Kentleşmeye bağlı olarak kentin değişen doğası ve yaşam tarzı, yeşil alanları her geçen gün azalarak insanları doğal ortamlarından uzaklaştırmaktadır. Bu alanların yerini yoğun yerleşim ve ticari yapılaşma sonucu somut yapılar ve geçirimsiz yüzeyler almıştır. Kentlerde ortaya çıkan bu durum yeşil alanların azalmasını önleme ve pek çok çevresel soruna çözüm sağlama amaçlı birçok projenin planlanmasına yol açmıştır. Kentlerde yeşil alanların daha fazla alana yayılımı için etkili çözümlerden biri; bitki alanlarını yıkıcı yapılardan kurtarılması için çatıları yeşile çevirmektir. Kentlerdeki yeşil çatı uygulamaları kentsel yeşil alana katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel, bozulan ekosistemin dengesinin iyileştirilmesi ve

korunması açısından değerlendirilmelidir (Ulubeyli ve ark. 2012, Ulubeyli ve ark. 2017, Ulubeyli ve ark. 2018).

Kentleşmeden dolayı oluşan ısı adası etkisinin azaltılması için yeşil çatı sistemlerinin yaygın olarak kullanılması gereklidir. Kentlerde yeşil çatılar/çatı bahçeleri yaygınlaşması için teşvik edilmesi, kentlerin en önemli çevresel sorunlarından olan hava kirliliği ve kentsel ısı adası etkisinin aşılmasını mümkün kılabilir. Kentsel alanlar kırsal alanlara göre en az 4 santigrat derece sıcaktır (Mahdeloei vd. 2012).

Genel olarak yeşil çatı uygulamaları, bölgenin çevresel, ekonomik ve sosyal çevreye olan olumlu etkileri ile ekosistem kriterlerini karşıladığını göstermiştir. Uygulama ile çevreye, yapıya ve kentsel sisteme katkı sağlayan yaşanabilir bir alan oluşturularak, enerji tasarrufu sağlanmıştır. Ülkelerin sürdürülebilir bir çevre ve dolayısıyla çevre dostu kentlere kavuşması, mevcut çatıların yeşil çatılara dönüştürülmesi yönünde teşvik edici politika izlemesi, daha sağlıklı şehirler sağlamak için önemli bir adım olacaktır.

Heidarinejad ve Esmaili (2016), geleneksel çatıya göre yeşil çatı enerji tasarrufunun değerlendirdikleri çalışmalarında, yeşil çatının geleneksel çatıya kıyasla, çatının yüzey sıcaklığının 44°C'ye kadar önemli azalmaya neden olduğunu ve dolayısıyla çatı içinden ısı akışının % 77'sini azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

3.2 Dikey bahçe uygulamaları enerji verimliliği:

Dikey bahçeler bulunduğu binanın yapısına ve mikro iklim koşullarına bağlı olarak enerji tüketimine katkılar sağlamakta ve ısı izolasyonu görevi yapmaktadır. Dikey bahçelerin ısı yalıtım özelliği kışın binayı soğuktan koruyarak iç mekânın soğumasını engellemekte, yazında doğal soğutma ile sıcaklık etkisini azaltarak sıcaklığı içeriye girmesini engelleyerek enerji tasarrufu yapmaktadır. Bitkilerin büyüme ortamının ve terlemesinin serinletici etkisi de görülmektedir (Tekin ve Oğuz, 2011). Ayrıca bina cephelerinde oluşan hava hareketlerinin oluşturduğu ısı kayıp ve kazançları da dikey bahçeler sayesinde azalmaktadır (Loh, 2008). Dikey bahçelerin tek yararı ısı yalıtımı değildir. Yapılan gözlemler sonucu dikey bahçelerin yağmur sularının yüzde 60 ila yüzde 100 arası suyun emilmesini sağlamaktadır. Bu emilen suyun bir kısmı buharlaşır diğer kısmı da bitkiler tarafından kullanılır. Bu sayede hem kanalizasyon sistemlerinin yükü azalmakta, hem de su tasarrufu sağlanmaktadır (Tekin ve Oğuz, 2011).

Dikey yeşil sistemlerde enerji verimliliğini etkileyen başlıca unsurlar ise şu şekilde sıralanabilir (Wong ve ark., 2009);

- Dikey yeşil sistemin türü
- Dikey yeşil sistemlerin uygulandığı cephe malzemesi
- Sistemlerde kullanılan yalıtım malzemesi
- Kullanılan bitki türleri ve kullanım yoğunluğu

Dikey yeşil sistemler Akdeniz ikliminde soğutma için harcanan enerjiyi yaklaşık %43, ısınma için harcanan enerjiyi ise %1,2 ile %6,3 arasında korur (Ottel , 2011).

4. Değerlendirme ve Sonuç

Küreselleşme sanayi devrimi ile hızlı bir değişim olgusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte pek çok alanda artan değişim ihtiyaç duyulan enerji miktarını arttırmıştır. Bunların başında nüfus, fabrikasyon üretimler gelmektedir. Bu süreçte enerji ihtiyacını karşılamada en çok fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Doğal kaynaklardan karşılanan enerji ihtiyacı ekolojik çevre, iklim ve hava kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu süreçte yenilenebilir enerji kaynaklarına ve enerji verimliliğine gerekli önem verilmemiştir. Her geçen gün artan kentli nüfus ve buna bağlı olarak yapılaşma kentleri insanın sağlıklı yaşayamayacakları ortamlara dönüştürmektedir.

Yeşil çatı ve dikey bahçe sistemleri kentlerin bu kaotik ve insanın doğasından uzaklaşan bir organizmaya dönüşmesinin önüne geçilmesinde büyük rol oynamaktadır. Yeşil çatı sistemleri kentlere sadece estetik güzellik ve doğaya yakınlık gibi duygusal kazanımlar sağlamaz. Aynı zamanda yağmur suyu kontrolü, ısı adası etkisi azaltılması, su yalıtımı ve ısı yalıtımı da sağlar. Oluşturulacak yeşil alanlar insanlara rekreasyon alanları olarak kazandırılabilir. Bu alanlarda oluşacak flora kendi faunasında oluşturacağı için ekolojik dengenin sağlanmasında ve hava kalitesinin artmasında da doğrudan etkilidir.

Yapılarda en çok yalıtımda sağladığı kazançlar nedeniyle tercih edilen yeşil çatılar bu alanda etkin bir rol oynar. Kış aylarında havanın soğumasıyla çatı yüzeylerinde genleşmelerden kaynaklanacak hasarları azaltır ve soğuk havanın etkilerinin yapının iç ortam hava kalitesini etkilemesinin önüne geçilir. Aynı şekilde yaz aylarında hava sıcaklığının artışında da aynı şekilde hareket eder. Böylece ısıtma ve soğutma dengesini sağlayarak enerji verimliliğini arttırmak yaşam için konforlu alanlar sağlaması olarak sayılabilir.

KAYNAKLAR

Blanck, (2008). Vertical Garden Erişim Tarihi: 27.08.2020.
<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>

Clark, M., MacArthur, S., (2007). In Proceedings from the Fifth Annual International Green Roofs Conference. Greening Rooftops for Sustainable Communities, Minneapolis, April 29 to May 30th. Toronto: The Cardinal Group

Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2008). Planting Green Roofs and Living Walls. Timber Press.

Emilsson, T. (2005). Extensive Vegetated Roofs in Sweeden, Establishment, Development and Environmental Quality. Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science Department of Landscape Management and Horticultural Technology Alnarp, Dotoral Thesis Swedish University Of Agricultural Sciences Uppsala.

Erkul, E. (2012). “Yeşil Çatı Sistemlerinin Yapım Açısından İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Erkul, E. (2012). Yeşil çatı sistemlerinin yapım açısından irdelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Heidarinejad, G. and Esmaili, A. (2016). Assessment of green roof energy savings compared to conventional roof. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
- İpekçi, C.A., Yüksel, E. (2012). Bitkilendirilmiş Yapı Kabuğu Sistemleri 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 12-13 Nisan 2012 Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, G.rükle Kampüsü, 14s, Bursa.
- Lambertini, A., Leenhardt, J. (2007). "Vertical Gardens: Bringing The City Of Life", Thames & Hudson, U.K., 99s, 2007.
- Lee, K.-F. (1989). Automatic Speech Recognition: The Development of the SPHINX SYSTEM, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1989.
- Loh, S., Stav, Y. (2008). Green A City Grow A Wall, Green Building and Design Conference, ISBN 978-0-99752440-2-9, Brisbane, Avustralya, s: 10.
- Mahdeloei, S., Farahani, F.H. and Shakori, M.J. (2012). The Role of Roof Gardens in Saving Energy and Reducing the Heat Island Phenomenon. Annals of Biological Res., 3(4): 1704-1707.
- Osmundson, T. (1999). Roof Gardens: History, Design and Construction. New York: W.W Norton & Company, Inc.
- Ottele, M. (2011). The Green Building Envelope Vertical Greening. Delft University of Technology. Doktora Tezi, Delft, s: 36-39.
- Rudnick, A. I., Polifroni, Thayer, E H., and Brennan, R. A. (1988). "Interactive problem solving with speech", J. Acoust. Soc. Amer., Vol. 84, p S213(A).
- Sproul, J., M. P. wan, B. H. Mandel, and A. H. Rosenfeld (2014). Economic comparison of white, green, and black flat roofs in the United States. Energy and Buildings 71:20-27.
- Sproul, J., M. P. wan, B. H. Mandel, and A. H. Rosenfeld (2014). Economic comparison of white, green, and black flat roofs in the United States. Energy and Buildings 71:20-27.
- Stater, D. (2009). Green Roofs: Sustainability form the Top Down. University of California, Faculty of the Landscape Architecture Program, The Degree of Bachelors of Science of Landscape Architecture.
- Sukopp, H. (2004). Human-Caused Impact on Preserved Vegetation. Landscape and Urban Planning. Landscape and Urban Planning, 68: 347-355.
- Taha, H. (1997) Urban climates and heat islands: Albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. Energy and Buildings 25(2):99-103.
- Tekin, Ç., Oğuz, C.Z. (2011).Yapı ile Yükselen Yeşil Duvarlar, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul, s:10.

Ting Au, A.Y. (2007). A Planning Tool of Urban Greenroofs. Toronto, Ontario, Canada: Ryerson University, The Degree of Master of Applied Science, Environmental Applied Science and Management.

Ulubeyli, S., Arslan V. and Kazaz, A. (2017). Comparative life cycle costing analysis of green roofs: the regional aspect. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 5 (2): 136-144.

Ulubeyli, S., Arslan V. and Kazaz, A. (2018). Perceptions of Turkish construction professionals on the use of green roofs. Proceedings of the 4th International Symposium on Environment and Morals (ISEM), June 27-29, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp. 113-118.

Weiler, S.K. and Scholz-Barth, K. (2009). Green Roof Systems: A Guide to the Planning, Design, and Construction of Landscapes Over Structure. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Werthmann, C. (2007). Green Roof: a case study. New York: Princeton Architectural Press.

Wong, N.H., Tan, A.Y.K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P.Y., Chan, D., Chiang, K., Wong, N.C. (2009). Thermal Evaluation Of Vertical Greenery Systems For Building Walls, Building and Environment 45 (2010) 663-672.

Yüksel, N. (2013). Dikey Bahçe Uygulamalarının Yurtdışı Ve İstanbul Örnekleri İle İrdelenmesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Programı, İstanbul.Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi Buca, 73s, İzmir.

ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK ÜZERİNE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI:**2010-2020 YILLARI ARASI TÜRKİYE’DE LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALAR****A LITERATURE REVIEW ON THIRD-PARTY LOGISTICS: POSTGRADUATE
STUDIES IN TURKEY BETWEEN 2010 - 2020****Ayça ZENGİNOĞLU**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği
ABD, Şanlıurfa/Türkiye.

ORCID NO: 0000-0002-7216-5707**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Şanlıurfa/Türkiye.

ORCID NO: 0000-0002-1545-9960**ÖZET**

Günümüzde sürekli ve hızla gelişip değişen koşullarda müşteri gereksinimleri de sürekli değişebilmektedir. Müşteriler artık kendi isteklerine ve arzularına göre uyarlanmış ürünleri talep ettikleri miktarda, talep ettikleri yerde ve en hızlı şekilde ellerine ulaşmasını istemektedirler. Zaman, kalite ve maliyet üçgeninde ilerleyen bu süreç, işletmelerin rekabet ortamını kendi lehlerine inşa edebilmeleri için önemli bir faktör olmaktadır. Bununla birlikte ülke ekonomisindeki ve uluslararası ekonomideki ani iniş çıkışlar da işletmeler için dikkat çekici bir risk meydana getirmektedir. Bu rekabetçi ve zorlu şartlar altında işletmeler varlıklarını sürdürebilmek adına müşterilerinin ihtiyaçlarını en üst seviyede karşılayabilmek ve meydana gelen ani değişikliklere ayak uydurabilmek için süreç içi bazı fonksiyonlarını gözden geçirmeleri gerekmektedir. Bu fonksiyonlardan en önemlilerinden biri de lojistik faaliyetlerdir. Lojistik kavramıyla ilgili literatürde birçok tanıma rastlamak mümkündür. En genel tanımıyla lojistik, tüketicinin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürünün, sisteme girdiği ilk başlangıç noktasından nihai tüketiciye kadar olan süreç içerisindeki akışın ve hizmetin her iki yöne doğru olan hareketinin etkili ve optimum bir şekilde yönetilmesidir.

Küreselleşen dünya ile birlikte işletmelerin başarı elde edebilmeleri için yenilikleri yakından takip etmeleri diğer bir deyişle güncelleşmeleri artık bir gereklilik olmuştur. Bu amaçla işletmelerin kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaları, lojistik faaliyetlerindeki maliyetleri en aza indirmeleri ve temel faaliyet gösterdikleri alanda yoğunlaşmaları gerekmektedir. Tüm bu gereksinimlerden mütevellit birçok global firma süreçteki bazı faaliyetlerini dış kaynak kullanarak gerçekleştirmektedir. Üçüncü parti lojistik (3PL) olarak adlandırılan bu faaliyetler zinciri, işletmelerin önceleri kendi kaynakları ile gerçekleştirdiği lojistik fonksiyonlardan bazılarını ya da tamamını belirli koşullar altında alanında yetkin olan hizmet sağlayıcılara

yaptırarak sürecin sistematik bir şekilde yürütülmesi olarak tanımlanabilir. Son dönemlerde 3PL hizmeti işletmelerin temel gündem maddelerinden birisini oluşturmaktadır.

Bu kapsamda bu çalışma bu temel gündemin akademik alandaki yansımalarına odaklanmak amacını taşımaktadır. Çalışmanın sınırlılığı açısından 2010-2020 yılları arasında Türkiye’de yapılan üçüncü parti lojistik odaklı lisansüstü tezlere dair bir literatür taraması yapılması hedeflenmiştir. Bu hedef kapsamında tezlerin yoğunlaştığı alanların ve spesifik, güncel konuların tespit edilmesi esas alınmıştır. Bu bağlamda; e-ticaret, stratejik filo yönetimi, müşteri memnuniyeti, tedarik zinciriyle iş birliği, dış kaynak kullanımı konusunun 3PL ile birlikte çok kriterli karar verme methodları da kullanılarak incelendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üçüncü Parti Lojistik (3PL), Literatür Taraması, Lisansüstü Çalışmalar

ABSTRACT

Customer’s needs may constantly change in today’s rapidly and constantly changing and developing conditions. Customers want to receive the products according to their request and wishes, in the amount, place and way they requested. This process, which proceeds in the triangle of time, quality and cost, is an important factor for enterprises to build the competitive environment for their own benefit. Additionally, the abrupt increases and decreases in the national and international economies compose an important risk for enterprises. Under these competitive and difficult conditions, enterprises need to review some of their in-process functions to meet the customers’ needs at the highest level and keep pace with the abrupt changes for maintaining their existences. One of these most important functions is logistic activities. It is possible to see various definitions for the concept of logistics in the literature. The most general definition of logistics is the effective and optimum management of bilateral flow and service within the process from the starting point, where products are entered into the system to meet the needs of the consumer, to the end consumer.

The globalizing world has made it a necessity for enterprises to closely follow the innovations, in other words getting up to date, to achieve success. Thus, enterprises need to use their resources effectively, minimize the costs of logistic activities and focus on their main operation area. Many global firms carry out some of their activities using external sources due to these requirements. This chain of activities named third party logistics (3PL) can be defined as the systematical implementation of the process by getting competent service provides to carry out some or all logistic functions that enterprises used to carry out using their own resources under certain conditions. Lately, 3PL services have become one of the main items of the agenda of the enterprises.

The aim of this study is to focus on this main agenda’s reflections on the academic field. The limitation of the study is that it was a literature review on the postgraduate dissertations on the third-party logistics in Turkey between 2010 and 2020. Therefore, it was aimed to determine the areas on which the dissertations concentrated, specific and current subjects. In this regard,

it was determined that the subjects of e-commerce, strategic fleet management, customer satisfaction, cooperation with the supply chain, use of external sources and 3PL were examined using multi-criteria decision-making methods.

Keywords: Third-Party Logistics (3PL), Literature Review, Postgraduate Studies.

1.GİRİŞ

Teknoloji hızının ivmelenerek artması ve globalleşmeyle birlikte rekabet koşulları işletmeler için giderek zorlu olmaya başlamıştır. Diğer bir açıdan ulusal ve uluslararası ekonomideki ani iniş çıkışlar da işletmelerin büyüme hızında iniş çıkışlar meydana getirmektedir. Bunun yanı sıra global ekonomi işletmelerin büyüme isteklerini daha da kamçulamaktadır. Tüm bu durumlar değerlendirildiğinde, rekabet koşullarındaki zorlayıcı durumu lehine çevirme isteği ve müşteri memnuniyeti kavramının giderek artan önemi işletmelerin kendilerini sürekli yenilemeleri gerekliliğini doğurmaktadır.

Günümüz şartlarında işletmeler güncelliklerini koruyabilmek adına süreçlerindeki birtakım faaliyetleri gözden geçirmeye başlamışlardır. Bunların en önemlilerinden bir tanesi de lojistik faaliyetlerdir. Gerek kendi maliyetlerini minimize etmek gerekse müşteri memnuniyetini üst seviyelere çıkarabilmek için lojistik faaliyetlerinde geliştirmeler yapmaya fokuslanmışlardır. Bu işletmelerden bazıları, 3PL hizmeti veren firmalardan destek alırken bazıları da bu süreci kendileri yönetmektedir (Özbek ve Eren, 2013:179).

Bu çalışmada; 2010-2020 yılları arasında üçüncü parti lojistik konusunda yöktez veritabanında yapılan taramada elde edilen 30 adet lisans üstü tez değerlendirilecektir. Çalışmanın ikinci bölümünde lojistik ve 3. Parti Lojistik hakkında bilgi verilecektir. Üçüncü bölümde ise özet ve anahtar kelimeler değerlendirilerek 3PL alanında yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı ve hangi çözüm yöntemlerin kullanıldığına dair tanımlayıcı bulgular sınıflandırılacaktır. Sonuç bölümünde ise yapılan çalışmanın sonuçları hakkında bilgi verilecektir.

2. LOJİSTİK VE ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK (3PL)

Lojistik, ilk kez askeri bir terim olarak 1905 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Asıl önemi II. Dünya Savaşı sırasında anlaşılmış ve özellikle 1960'lı yıllardan sonra farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu tarihten itibaren lojistiğe bilime dayalı bir konu gözüyle bakılmıştır. Bu dönemden sonra lojistik kavramının içerisine fiziksel dağıtım yönetimi anlayışının girmesiyle birlikte lojistiğin bünyesinde farklı kavramlar da barındırdığı anlaşılmıştır. Lojistik kavramı günden güne gelişip, içerisine talepleri, müşteri memnuniyetini, nihai mamulün taşınmasını, paketlenmesini ve bunu gibi diğer faaliyetleri de eklemiştir (Özbek ve Eren, 2013:179).

Lojistiğin literatürde birçok tanımına rastlamak mümkündür. En genel haliyle lojistik, doğru mamulün uygun koşullarda doğru tüketiciye ulaştırılması için gereken faaliyetleri kapsar

diyebiliriz. Günümüz iş dünyasında firmalar, piyasadaki zorlu şartları avantaja döndürebilmek ve üstün müşteri memnuniyeti için maliyetlerini minimize etmeleri, temel faaliyet gösterdikleri alanda yoğunlaşmaları ve lojistik faaliyetlerini güncellemeleri gerekliliğinin farkında olarak sektörde yollarına devam etmektedirler. Bu koşullarda işletmelerden kimi süreci kendileri yönetirken kimisi de alanında uzman firmalardan destek almaktadır.

Sözü edilen profesyonel hizmet veren firmalar 3. Parti Lojistik (3PL) firmaları olarak adlandırılmaktadır. 3PL'nin çalışmalarda birçok tanımı bulunmaktadır. Lojistik Derneği (LODER)'nin tanımına göre 3PL, tedarik zinciri içindeki temel lojistik faaliyetlerinden birkaçının (ardışık olarak en az üç farklı faaliyet, örneğin depolama, nakliye ve stok yönetimi) alanında uzman lojistik sağlayıcı şirketler tarafından üstlenilmesidir. Aslında 3. Parti Lojistik hizmeti veren firmalara lojistik araçlardır diyebiliriz. Tanımda sözü edilen üçüncü parti (taraf) kavramı için öncelikle birinci ve ikinci tarafı açıklamamız gerekmektedir. Birinci parti; tedarikçi işletme yani üretici veya toptancı, ikinci parti; birinci partinin müşterisi (alıcısı) ve son olarak da üçüncü parti ise; işletmelerin lojistik etkinliklerini gerçekleştiren profesyonel servis sağlayıcı şirketlerdir (aracı firma) (Öndin, 2018:12).

3. ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada 2010-2020 yılları arasında Türkiye'de yapılan üçüncü parti lojistik odaklı lisansüstü tezlere dair bir literatür taraması yapılması hedeflenmiştir. Yapılan inceleme sonunda 30 lisansüstü tez olduğu, bunlardan 25 tanesinin yüksek lisans çalışması diğer 5 tanesinin de doktora çalışması olduğu saptanmıştır.

3PL ile ilgili yapılan lisansüstü tezler; yazar, yıl, çalışmanın adı, optimal yöntem, tez türü ve üniversitenin adı şeklinde kategorize edilmiş haliyle Tablo 1'de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

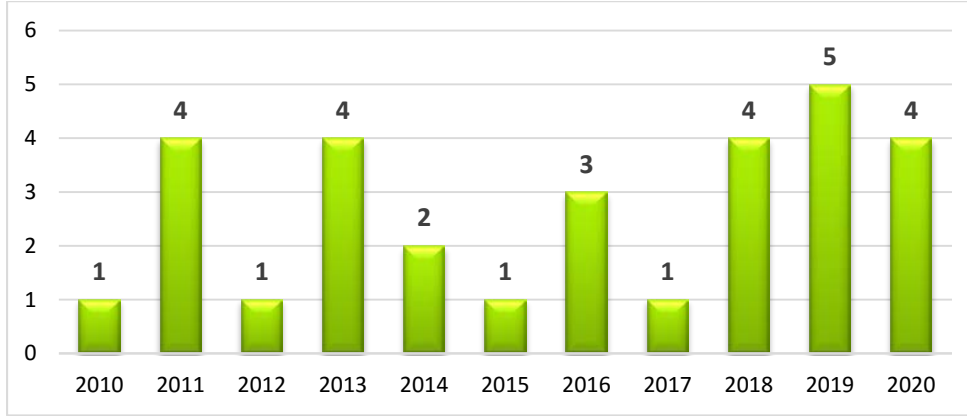
Tablo 1: 3PL ile İlgili Yapılan Lisansüstü Çalışmalar

YAZAR	YIL	ÇALIŞMANIN ADI	OPTİMAL YÖNTEM	TEZ TÜRÜ	ÜNİVERSİTENİN ADI
ALİ AYGÜN YÜRÜYEN	2020	Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firması seçimi	Bulanık AHP + Bulanık EDAS	Yüksek Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
GÖKHAN KIRBAÇ	2020	Tedarik zincirinde blokzincirin kalite fonksiyon yayılımıyla 3pl şirketlerinde incelenmesi	Kalite Fonksiyon Yayılımı + AHP	Doktora	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
BERKAY ÖZCAN	2020	Warehouse location selection for 3PL cold chain suppliers in Gulf Countries using Neutrosophic Fuzzy EDAS	Bulanık NÖTROSOFİK EDAS	Yüksek Lisans	Galatasaray Üniversitesi
CEREN ATASEVER	2020	3. parti lojistik firmalarının yeşil performansının bulanık tabanlı bir model ile değerlendirilmesi	Tip 1 Bulanık TOPSİS + Tip 2 Bulanık TOPSİS	Yüksek Lisans	İstanbul Ticaret Üniversitesi

RAMAZAN GÜNDEM	2019	Lojistik yetkinliklerinin çalışan performansına etkisi: Üçüncü parti lojistik sağlayıcıları üzerine bir araştırma	Anket Yöntemi + Korelasyon+Güvenirlilik + Regresyon Analizi	Yüksek Lisans	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
KENAN YALNIZ	2019	Lojistikte dış kaynak kullanımı ve üçüncü parti lojistik firmalarının seçimini etkileyen unsurlar	Anket Yöntemi + SPSS Programı	Yüksek Lisans	Bahçeşehir Üniversitesi
İSMAİL GÜÇLÜ	2019	Stratejik filo yönetiminin performansa etkisi: Üçüncü parti lojistik (3PL) işletmelerinde Ankara ilinde bir araştırma	Anket Yöntemi + Yapısal Eşitlik Modellemesi	Doktora	İnönü Üniversitesi
İBRAHİM KADİR DEMİR	2019	Firmaların 3pl hizmet sağlayıcılarının kurumsal etkinlik, hizmet kalitesi ve ilişki yönetimi aktivitelerine yönelik tutumları	Anket Yöntemi+Güvenirlilik +Regresyon Analizi	Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi
TUĞÇE DANACI ÜNAL	2019	Üçüncü parti lojistik işletmelerinin uluslararasılaşma sürecini etkileyen faktörler	Anket Yöntemi + AAS + Kruskal-Wallis ve Friedman Testi + Kendall's W Uyum Testi	Doktora	Yalova Üniversitesi
GİZEM SAĞIM	2018	Comparison of third party logistics service provider selection criteria for turkish and european companies	Anket Yöntemi + Bağımsız Örneklem T Testi + Mann Whitney U Testi	Yüksek Lisans	Yaşar Üniversitesi
MERVE AHISKALI	2018	Üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı seçimi problemi için çok ölçütlü karar verme yaklaşımları destekli bir hedef programlama modeli	Hedef Programlama + AHP + TOPSIS	Yüksek Lisans	Kırıkkale Üniversitesi
SELİN ÖZGE ÖNDİN	2018	Belirsizlik altında bir üçüncü parti lojistik şirketinin ağ tasarımının modellenmesi: Stokastik modelleme ve genetik algoritma uygulaması	Stokastik Programlama + Tamsayılı Programlama + Genetik Algoritma	Yüksek Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi
UĞUR KARADAŞ	2018	The effects of third-party logistics (3PL) firms on electronic commerce and customer satisfaction	Anket Yöntemi + SPSS Programı	Yüksek Lisans	Yeditepe Üniversitesi
SEMİR ÖLMEZ	2017	3PL lojistik hizmetlerinde ilişkisel kalite ve işletme performansı	Anket Yöntemi +Korelasyon+Güvenirlilik +Regresyon Analizi	Yüksek Lisans	Gaziantep Üniversitesi
TÜRKAN MÜGE ÖZBEKLER	2016	Hizmet sektöründe kalite algısının sürdürülebilir rekabete etkisi: 3. parti lojistik hizmet sağlayıcılarda bir uygulama	Anket Yöntemi + Açıklayıcı Faktör Analizi	Yüksek Lisans	Yaşar Üniversitesi
AYŞEGÜL TOKSOY	2016	A fuzzy multiple criteria decision making approach for 3pl provider selection	DEMATEL+ Bulanık TOPSİS+ Bulanık Regresyon Analizi	Yüksek Lisans	Galatasaray Üniversitesi
SYLVIAN BOAKAI	2016	A fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method for third-party logistics provider selection	Bulanık En iyi-En kötü ÇKKV yöntemi	Yüksek Lisans	Kadir Has Üniversitesi
IRMAK DALDIR	2015	Kalite fonksiyon göçerimi yaklaşımı ile müşteri memnuniyetinin analizi: Üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcılarında	Kalite fonksiyon göçerimi yaklaşımı + AHP	Yüksek Lisans	Celal Bayar Üniversitesi

		deneysel bir uygulama			
FIRAT SEZER	2014	Bir dinamik bulanık çok nitelikli karar verme ve grup metodu ile üçüncü parti lojistik tedarikçi seçim	Bulanık küme temelli dinamik yaklaşım + Sezgisel Bulanık küme temelli dinamik yaklaşım	Yüksek Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi
MEHMET KÜLAHCI	2014	Üçüncü parti lojistik hizmetleri: Türkiye'de bir uygulama	Anket Yöntemi + SSPS Programı	Yüksek Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi
ÖZGE AKINCI	2013	Analysis of collaboration among 3PL service providers in terms of relationship marketing orientation and organizational performance: Case of Turkish market	Anket Yöntemi + SSPS Programı	Yüksek Lisans	İzmir Ekonomi Üniversitesi
EDA OKTAY	2013	Lojistikte 3PL performans değerlendirme ve sağlık sektöründe bir uygulama	Anket Yöntemi + SSPS Programı	Yüksek Lisans	Bahçeşehir Üniversitesi
EZGİ UZEL	2013	Orchestrator role of third-party logistics providers (3PLs) in services marketing concept and its effect on supply chain collaboration	Anket Yöntemi +Güvenirlilik +Regresyon Analizi	Yüksek Lisans	Yeditepe Üniversitesi
ELÇİN KARAŞ	2013	Bulanık DAMATEL ve Bulanık TOPSİS yöntemlerinin birleştirildiği karma model ile üçüncü parti lojistik seçiminin bir boru fabrikasına uygulanması	Bulanık DAMATEL + Bulanık TOPSİS	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi
AŞIR ÖZBEK	2012	Üçüncü parti lojistik firma seçiminin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile belirlenmesi	AAS + TOPSIS	Doktora	Kırıkkale Üniversitesi
MÜKERREM ONAYDIN YILDIRIM	2011	Dış kaynak kullanımı ve hastanelerde 3PL lojistik	Anket Yöntemi + SSPS Programı	Yüksek Lisans	Bahçeşehir Üniversitesi
MURAT ÖZ	2011	Lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımı ve üçüncü parti lojistik işletmelerinin firmaların pazarlama tabanlı temel yeteneklerini oluşturmada ve müşteri değerini arttırmadaki rolü	Anket Yöntemi + SSPS Programı	Doktora	Selçuk Üniversitesi
MİRAY ÖZER	2011	Üçüncü parti lojistik firma depolarının işleyişi, yönetim aşamaları ve Türkiye uygulamalarının performansının araştırılması	Anket Yöntemi + SSPS Programı	Yüksek Lisans	Bahçeşehir Üniversitesi
ÇİĞDEM YAVUZ ARSLAN	2011	Third party logistics (3PL) provider selection with ANP	Analitik Ağ Süreci (AAS)	Yüksek Lisans	Fatih Üniversitesi
ALİ ÇAĞRI BURAN	2010	Faaliyet tabanlı maliyet yöntemini kullanan üçüncü parti lojistik işletmelerin karakteristikleri ve sağladıkları faydalar	Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yöntemi	Yüksek Lisans	Dumlupınar Üniversitesi

2010-2020 yılları arasında yapılan 30 lisansüstü tezin yıllara göre dağılımı Şekil 1’de gösterilmiştir. 3PL ile ilgili lisansüstü çalışmalar 2003 yılına dayansa da araştırmacıların bu alana yönelmesinin özellikle 2011 yılından sonra olduğu görülmektedir. 2019 yılında zirve noktasına ulaşmıştır ve bu alandaki ilginin devam ettiğini göstermektedir.



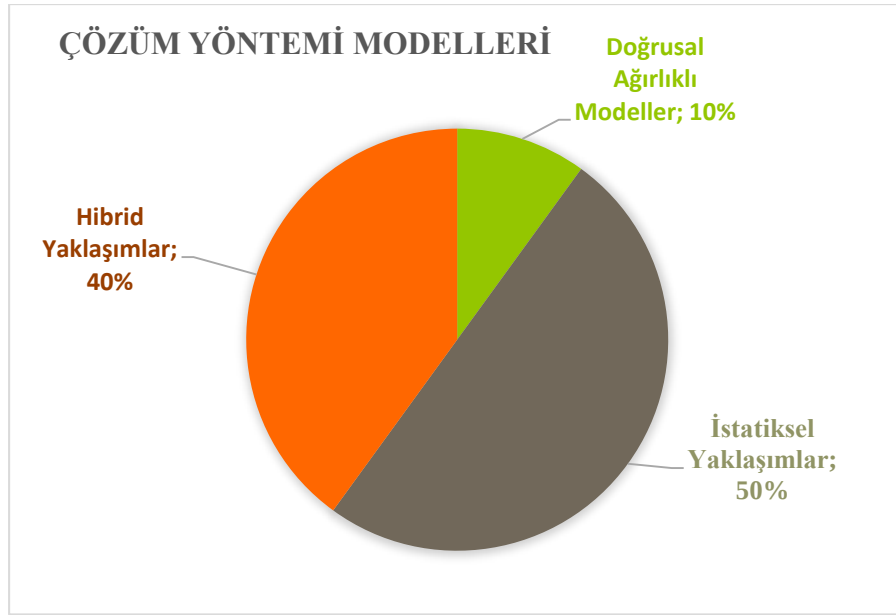
Şekil 1: Çalışmaların yıllara göre dağılımı

Yapılan lisans üstü çalışmalar incelendiğinde en çok kullanılan yöntemin %50 ile istatiksel yöntemler olduğu Tablo 2’de ve Şekil 2’de ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. Bu sırayı %40 ile hibrid yaklaşımların izlediği anlaşılmaktadır. Üçüncü sırayı ise %10 ile doğrusal ağırlıklı modellerin aldığı görülmektedir.

Tablo 2: Çalışmalarda Kullanılan Çözüm Yöntemleri

Model Adı	Yöntem Adı	Adet	Toplam	Yüzdesi
Doğrusal Ağırlıklı Modeller	Analitik Ağ Süreci (AAS)	1	3	10%
	Bulanık En iyi-En kötü ÇKKV yöntemi	1		
	Bulanık NÖTROSOFİK EDAS	1		
İstatiksel Yaklaşımlar	Anket Yöntemi + Bağımsız Örneklem T Testi + Mann Whitney U Testi	1	15	50%
	Anket Yöntemi + Bağımsız Örneklem T-Testi+Tek Yönlü ANOVA Analizi + Friedman Testi	1		
	Anket Yöntemi + Faktör Analizi +Yapısal Eşitlik Modellemesi Analizi	2		
	Anket Yöntemi+ SSPS Programı	6		

	Anket Yöntemi+Korelasyon+Güvenirlilik +Regresyon Analizi	5		
Hibrid Yaklaşımlar	Tip-1 Bulanık TOPSİS + Tip-2 Bulanık TOPSİS	1	12	40%
	Bulanık DEMATEL + Bulanık ANP + Bulanık TOPSIS	1		
	Bulanık DEMATEL + Bulanık TOPSİS	1		
	DEMATEL+ Bulanık TOPSİS+ Bulanık Regresyon Analizi	1		
	Bulanık AHP + Bulanık EDAS	1		
	Kalite Göçerim Fonksiyonu +AHP	2		
	Stokastik Programlama + Tamsayıli Programlama + Genetik Algoritma	1		
	Analitik ağ süreci (AAS) +TOPSIS	1		
	Hedef Programlama+AHP+TOPSIS	1		
	Bulanık küme temelli dinamik yaklaşım + Sezgisel Bulanık küme temelli dinamik yaklaşım	1		
	Anket Yöntemi + Analitik ağ süreci (AAS) +Kruskal-Wallis ve Friedman Testi + Kendall’s W Uyum Testi	1		
TOPLAM		30	100%	



Şekil 2: Kullanılan Çözüm Yöntemi Modelleri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmeler; rekabet şartlarını lehlerine çevirmek, faaliyet alanlarındaki hızlı değişimlere uyum sağlamak, teknolojinin ivmelenen hızına adapte olabilmek, maliyetlerini asgari düzeyde tutabilmek ve ana faaliyet alanlarına fokuslanmak gibi sebeplerden ötürü lojistik faaliyetlerinde geliştirmeler yapmaya başlamışlardır. Bu sebeple işletmelerin bazıları, lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tamamını orta veya uzun zaman dilimlerinde gerçekleştirebilecek alanında yetkin 3PL firmalarının tecrübelerinden yararlanmaktadırlar.

Bu çalışma da üçüncü parti lojistik konusunun akademik alandaki yansımalarına odaklanmak amacını taşımaktadır. Bu doğrultuda yöktez veritabanında yapılan inceleme sonucunda üçüncü parti lojistik konusunda 2010-2020 yılları arasında çalışılan toplam 30 adet lisansüstü tez incelenmiştir. Bu kapsamında yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı, hangi yöntemlerin kullanıldığı gibi tanımlayıcı bulgular sınıflandırılmıştır.

Çalışmalarda kullanılan çözüm yöntemleri basit analiz yöntemlerinden, daha grift sayısal yöntemlere kadar geniş bir skalaya dağılmış durumdadır. En çok kullanılan modellerin istatistiksel yaklaşımlar ve en az kullanılan yöntemlerin ise doğrusal ağırlıklı modeller olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışmanın katkı sunduğu nokta, gelişmekte olan 3PL literatürünün mevcut durumuna yönelik açıklayıcı istatistiki veriler ortaya konulmasını sağlamak olacaktır.

KAYNAKÇA

Ahıskalı, M. (2018), Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcı Seçimi Problemi İçin Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımları Destekli Bir Hedef Programlama Modeli, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale.

Arslan Yavuz, Ç. (2011), Third party logistics (3PL) provider selection with ANP, Fatih Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Atasever, C. (2020), 3. Parti Lojistik Firmalarının Yeşil Performansının Bulanık Tabanlı Bir Model ile Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Akıncı, Ö. (2013), Analysis of Collaboration Among 3PL Service Providers In Terms Of Relationship Marketing Orientation and Organizational Performance: Case of Turkish Market, İzmir Ekonomi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Buran, A.Ç. (2010), Faaliyet Tabanlı Maliyet Yöntemini Kullanan Üçüncü Parti Lojistik İşletmelerin Karakteristikleri ve Sağladıkları Faydalar, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

Boakai, S. (2016), A Fuzzy Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method for Third-Party Logistics Provider Selection, Kadir Has Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Daldır, I. (2015), Kalite Fonksiyon Göçerimi Yaklaşımı ile Müşteri Memnuniyetinin Analizi: Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcılarında DeneySEL Bir Uygulama, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Manisa.

Demir, İ.K. (2019), Firmaların 3PL Hizmet Sağlayıcılarının Kurumsal Etkinlik, Hizmet Kalitesi ve İlişki Yönetimi Aktivitelerine Yönelik Tutumları, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Üretim Yönetimi ve Pazarlama ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Güçlü, İ. (2019), Stratejik Filo Yönetiminin Performansa Etkisi: Üçüncü Parti Lojistik (3PL) İşletmelerinde Ankara İlinde Bir Araştırma, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Malatya.

Gündem, R. (2019), Lojistik Yetkinliklerinin Çalışan Performansına Etkisi: Üçüncü Parti Lojistik Sağlayıcıları Üzerine Bir Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Karadaş, U. (2018), The Effects of Third-Party Logistics (3PL) Firms on Electronic Commerce and Customer Satisfaction, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Karaş, E. (2013), Bulanık DAMATEL ve Bulanık TOPSİS Yöntemlerinin Birleştirildiği Karma Model ile Üçüncü Parti Lojistik Seçiminin Bir Boru Fabrikasına Uygulanması, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Kırbaç, G. (2020), Tedarik Zincirinde Blokzincirin Kalite Fonksiyon Yayılımıyla 3PL Şirketlerinde İncelenmesi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Külahcı, M. (2014), Üçüncü Parti Lojistik Hizmetleri: Türkiye'de Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Oktay, E. (2013), Lojistikte 3PL Performans Değerlendirmesi ve Sağlık Sektöründe Bir Uygulama, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lojistik Yönetimi ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Öz, M. (2011), Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımı ve Üçüncü Parti Lojistik İşletmelerinin Firmaların Pazarlama Tabanlı Temel Yeteneklerini Oluşturmada ve Müşteri Değerini Arttırmadaki Rolü, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Konya.

Ölmez, S. (2017), 3PL Lojistik Hizmetlerinde İlişkisel Kalite ve İşletme Performansı, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Pazarlama ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep.

Öndin, S.Ö. (2018), Belirsizlik Altında Bir Üçüncü Parti Lojistik Şirketinin Ağ Tasarımının Modellenmesi: Stokastik Modelleme ve Genetik Algoritma Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özbek, A. (2012), Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçiminin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Belirlenmesi, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kırıkkale.

Özbek, A. ve Eren T. (2013), Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçiminde Kullanılan Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri: Literatür Araştırması, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma 31, ss:178 – 202.

Özbekler, T.M. (2016), Hizmet Sektöründe Kalite Algısının Sürdürülebilir Rekabete Etkisi: 3. Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcılarda Bir Uygulama, Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Lojistik ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Özcan, B. (2020), Warehouse Location Selection for 3PL Cold Chain Suppliers in Gulf Countries Using Neutrosophic Fuzzy EDAS, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lojistik ve Finansman Yönetimi ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özer, M. (2011), Üçüncü Parti Lojistik Firma Depolarının İşleyişi, Yönetim Aşamaları ve Türkiye Uygulamalarının Performansının Araştırılması, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Yönetimi ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Sezer, F. (2014), Bir Dinamik Bulanık Çok Nitelikli Karar Verme ve Grup Metodu ile Üçüncü Parti Lojistik Tedarikçi Seçimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Sağım, G. (2018), Comparison of Third Party Logistics Service Provider Selection Criteria for Turkish and European Companies, Yaşar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Toksoy, A. (2016), A Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Approach for 3PL Provider Selection, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lojistik ve Finansman Yönetimi ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Uzel, E. (2013), Orchestrator Role of Third-Party Logistics Providers (3PLs) in Services Marketing Concept and Its Effect on Supply Chain Collaboration, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Ünal Danacı, T. (2019), Üçüncü parti lojistik işletmelerinin uluslararasılaşma sürecini etkileyen faktörler, Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Finansman ABD, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yalova.

Yalnız, K. (2019), Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı ve Üçüncü Parti Lojistik Firmalarının Seçimini Etkileyen Unsurlar, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yıldırım Onaydın, M. (2011), Dış Kaynak Kullanımı ve Hastanelerde 3PL Lojistik, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Yönetimi ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yürüyen, A. (2020), Bulanık AHP ve Bulanık EDAS Yöntemleri ile Üçüncü Parti Lojistik Firması Seçimi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik ABD, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

KALP HASTALIĞININ MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ İLE TESPİTİ DETERMINATION OF HEART DISEASE BY MACHINE LEARNING METHODS

Dr. Öğr. Üyesi Sedat Metlek

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kontrol ve Otomasyon Bölümü, Burdur, Türkiye.

ORCID NO: 0000-0002-0393-9908

Öğr. Gör. Ekrem Eşref Kılınc

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Ağlasun Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama Bölümü, Burdur, Türkiye.

ORCID NO: 0000-0003-1806-4937

ÖZET

Kalp hastalığı olan kişilere kalp ile ilgili teşhis koymak çok fazla deneyim gerektiren bir iştir. Bu nedenle sağlık çalışanlarının hasta ile ilgili kişisel verilere ihtiyacı vardır. Genellikle hastalardan kişisel verileri elde etmek için elektrokardiyografi, efor testi ve kardiyak MR gibi tıbbi testler uygulanmaktadır. Doktorlar kişisel tecrübelerinden, aldığı eğitimden ve hastalardan elde edilen kişisel verilere dayanarak, hastalık ile ilgili teşhis koymaktadır. Teşhis aşaması gerçekleştirildikten sonrada tedavi sürecine başlanmaktadır.

Günümüzde gelişen teknolojiye bağlı olarak sağlık sektöründe de hızlı bir dönüşüm ve gelişim yaşanmaktadır. Özellikle yazılım alanındaki gelişmeler sağlık sektörünün birçok alanında hissedilir ve uygulanabilir düzeye gelmiştir. Sağlık çalışanlarının hastalar ile ilgili teşhis ve tedavi sürecinde kullanılmak üzere yardımcı karar destek sistemleri de geliştirilmiştir. Bu yardımcı karar destek sistemlerinden genel olarak esnek hesaplama yöntemleri tercih edilmektedir. Esnek hesaplama yöntemleri arasında birçok farklı alanda uygulamaları olan makine öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmada sağlık çalışanlarının hastalara teşhis koyma sürecine yardımcı olabilecek bir yazılım geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen yazılımda güncel makine öğrenme algoritmalarından olan Destek Vektör Makineleri ve Yapay Sinir Ağı Modelleri kullanılmıştır. Kullanılan yapay sinir ağı modeli çok katmanlı geri beslemeli bir yapay sinir ağı modelidir. Hazırlanan modellerde ABD'nin Cleveland şehrinde ki bir tıp merkezinde tedavi gören 297 kardiyoloji hastasından elde edilen cinsiyet, tansiyon, kolesterol gibi 14 adet tıbbi veri kullanılmıştır.

Kullanılan veriler ile kalp hastalığı tespitinde, K-fold 5 değerine göre yapılan testlerde; çok katmanlı geri beslemeli yapay sinir ağı modelinde %92, destek vektör makine modelinde ise %95 doğru tahmin oranı elde edilmiştir. Tasarlanan sistemde kullanılan her iki modelinde başarısı, sistemin hastalık teşhis aşamasında kullanılabilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Geliştirilen sistemin, gelecek dönemlerde mobil ortama aktarılarak sağlık çalışanlarına ek olarak, tüm kamuoyunun kullanımına açılması hedeflenmektedir. Özellikle destek vektör makinesi modeli ile elde edilen başarı oranı, oldukça yüksek değerdedir. Bu aşamada geliştirilecek mobil uygulamada da destek vektör makinesi algoritmasının tercih edilmesi daha yüksek doğruluk oranlarının yakalanmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Destek vektör makinesi, yapay sinir ağı, kalp krizi

ABSTRACT

Diagnosing people with heart disease about the heart is a task that requires a lot of experience. Generally, medical tests such as electrocardiography, exercise test and cardiac MRI are used to obtain personal data from patients. Doctors make a diagnosis of the disease based on their personal experience, education and personal data obtained from patients. After the diagnosis phase is carried out, the treatment process begins.

Generally, flexible calculation methods are used in these auxiliary decision support systems. Machine learning algorithms, which have applications in many different fields, are preferred among flexible calculation methods.

Today, a rapid transformation and developments are taking place in the health sector, depending on the developing technology. Developments especially in the field of software have become felt and applicable in many areas of the health sector. Auxiliary decision support systems have also been developed to be used by healthcare professionals in the diagnosis and treatment process of patients. Generally, flexible calculation methods are used in these auxiliary decision support systems. Machine learning algorithms, which have applications in many different fields, are used among flexible calculation methods.

In the study carried out, it was aimed to develop a software that can help healthcare professionals to diagnose patients. Support Vector Machines and Artificial Neural Network Models, which are among the current machine learning algorithms, were used in the software developed for this purpose. The artificial neural network model used is a multilayer back propagation neural network model. In the models prepared, 14 medical data such as gender, blood pressure and cholesterol obtained from 297 cardiology patients from who were treated in a medical center in Cleveland, USA were used.

In the detection of heart disease, in the tests made according to the data used and the K-fold 5 value; 92% was achieved in the multilayer back propagation model, and 95% correct prediction rate in the support vector machine model. The success of both models used in the designed system shows that the system can be used at the disease diagnosis stage.

It is aimed that the developed system will be transferred to the mobile environment in the future and will be available to the public in addition to healthcare professionals. Especially the success rate obtained with the support vector machine model is quite high. At this stage,

choosing the support vector machine algorithm in the mobile application to be developed will provide higher accuracy rates.

Keywords: Support vector machine, artificial neural network, heart disease

1. GIRIŞ (INTRODUCTION)

Kalp ve damar hastalıklarının, koroner kalp hastalıklarının, serebrovasküler hastalıklarının ve romatizmal kalp hastalıklarının genel adı Kardiyovasküler hastalıklardır (CVD). Kardiyovasküler hastalıklar, 2019 yılındaki ölüm oranlarında, dünya çapında 1 numaralı ölüm nedenidir ve her yıl yaklaşık olarak 18 milyon kişi bu hastalıktan hayatını kaybetmektedir. Kardiyovasküler hastalıklardan kaynaklanan ölümlerin %75'i orta ve düşük gelirli ülkelerde görülmektedir. Yüksek gelirli ülkelerde CVD 'den hayatını kaybedenlerin sayısının az olması ile birlikte kaydedilen en yüksek ölüm oranlarından bazıları Orta Asya ve Doğu Avrupa ülkelerindedir (Benziger et al., 2016). Kalbe ulaşan damarlardan birinde tıkanıklığa ve bunun sonucunda kalp dokusunda hasar meydana gelmesine tıp dilinde akut miyokardiyal enfarktüs (AMI veya MI) veya halk arasındaki ismi ile kısaca kalp krizi denilmektedir. Beş CVD ölümünden dördü kalp krizi ve felçten kaynaklanmaktadır. Bu ölümlerin üçte biri de 70 yaşın altındaki insanlarda meydana gelmektedir (World Health Organization, Cardiovascular Diseases, 2020). Türkiye'de ise ölüm oranlarının yaklaşık %47'si kalp damar hastalıklarından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de ki yetişkin bireylerin yaklaşık %50'si kalp damar hastalıkları riski altında yaşamaktadır. Bu bilgiye ek olarak kalp krizinden ölen erkeklerin oranı kadınlarından daha fazladır (Haney & Bahar, 2014).

Düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşayan insanların büyük çoğunluğu birinci basamak sağlık hizmetlerinden yararlanmadıkları için, yüksek CVD riski olan hastaların erken teşhisi ve tedavisi mümkün olamamaktadır. Gelecek 25 yıl içerisinde CVD'den kaynaklanan ölüm oranlarının ciddi ölçüde azaltılması isteniyorsa, tüm insanların birinci basamak sağlık hizmetlerinden yararlanması vaz geçilmez bir öncelik haline gelmelidir (Perel et al., 2015). Bunu da sağlamanın en akılcı yolu sağlık harcamalarının maliyetini düşürmektir. Maliyeti düşürmek için yapılacak en önemli yatırım, sağlık sektörüne yapılacak teknolojik yatırımlardır. Bunun için ilk olarak sağlık personeline sağlanacak teknoloji alt yapı hizmetlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bunun sonucunda da daha az sürede daha kaliteli bir şekilde hastalara teşhis ve tedavi uygulanabilmesi sağlanmış olacaktır.

Günümüzde kalp ve damar hastalıkları tıbbi tahliller sonucunda sadece ilgili uzman hekimler tarafından teşhis edilmektedir. Bu aşamada teknolojinin gelişmesi sonucunda uzman doktorların iş yükünün önemli bir kısmı hazırlanacak özel yazılımlar ve bilgisayar sistemleri yardımı ile azaltılabilir (Kayaalp & Metlek, 2020a). Böylece uzman sağlık personelinin daha verimli çalıştırarak mümkün olabilecektir.

Bu amaç doğrultusunda geliştirilmiş bazı yazılımlarda bulunmaktadır. Bu yazılımlara genel olarak Klinik Karar Destek Sistemi (KKDS) denilmektedir (Bulut, 2016). Bu konu ile ilgili

literatürde de bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, 2011 yılında kalp hastalığının teşhisi için geliştirilen klinik karar destek sistemi ile, hastanın klinik verileri otomatik olarak alınmakta ve bulanık mantık algoritması ile de hastanın durumu hakkında bilgi verilebilmektedir (Anooj, 2011).

Başka bir çalışmada kalp krizi geçirmiş hastalara ait tıbbi verilerden elde edilen bilgiler ve bagging sınıflandırıcı algoritması kullanılarak, bireyde oluşabilecek kalp krizini erkenden tespit etmeye çalışmışlardır (Bulut, 2016).

Taneja 2013 yılında tasarladığı kalp krizi tahmin sisteminde, veri madenciliği yöntemlerinden olan karar ağaçları (j48), bayes ve yapay sinir ağları modellerini kullanmıştır. Geliştirdiği sistemde en yüksek başarı oranı olan %95,56 'yı karar ağaçları (j48) yöntemi ile elde etmiştir (Taneja, 2013).

Pasanisi ve Paiano 2018 yılında kronik hastaları keşfedebilmek için hibrit bir sınıflandırma modeli geliştirmiştir. Geliştirdiği modelde kümeleme, ilişkilendirme kuralları ve yapay sinir ağlarını birlikte kullanarak K-fold 10 değerine göre %94,91 başarı oranı ile sınıflandırmıştır (Pasanisi & Paiano, 2018).

Farman ve arkadaşları 2020 yılında kalp krizi tahmini için geliştirdikleri sistemde hem sensör verilerinden hem de elektronik tıbbi kayıtlardan elde ettikleri öznelilikleri, derin öğrenme algoritmalarını ile birlikte kullanmıştır. Yaptıkları çalışmada %98,5 doğruluk oranı ile kalp krizini tahmin etmişlerdir (Ali et al., 2020).

Hager ve arkadaşları yazılım konusunda bir adım daha ileri giderek 2020 yılında yapmış oldukları çalışmada kişilerin twitter hesaplarındaki paylaşımlarından yola çıkarak kalp hastalığını tahmin etmeye çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada karar ağacı, destek vektör makinesi (DVM), rastgele orman sınıflandırıcı ve lojistik regresyon sınıflandırıcı olmak üzere dört adet makine öğrenme algoritması test etmişlerdir. Çalışmaları sonucunda kişilerin twitter hesaplarındaki paylaşımlarından, kalp hastalığı durumunu en yüksek %90 başarı oranını ile tahmin etmişlerdir (Ahmed et al., 2020).

Çınar ve Tuncer 2020 yılında yaptıkları çalışmada EKG sinyallerinin sınıflandırılmasında Hibrit Alexnet-DVM 'yi temel alarak yeni bir derin öğrenme modeli geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri model yardımıyla %96,7 gibi geleneksel derin öğrenme modellerinden daha yüksek bir başarı ile EKG sinyallerini sınıflandırmışlardır (Çınar & Tuncer, 2020).

Devir ve Kalaivani 2019 yılında Kardiyak Aritmi (Kalp Çarpıntısı) olan hastalarda erken teşhis yapılabilmesi için uzaktan, müdahalesiz ve sürekli olarak hastalardan anlık olarak EKG sinyallerini algılayıp iletebilen Nesnelerin İnterneti (IoT) özellikli bir EKG telemetri sistemi geliştirmişlerdir. Makine öğrenme modellerinden DVM kullanarak geliştirmiş oldukları yazılım ile de anlık alınan EKG sinyalleri analiz edilerek aritmi hastalıklarının sınıflandırılma işlemini yapmışlardır. Böylece hastalık erken teşhis edilerek acil bir durumda doktorun uyarılmasını sağlamışlardır (Devi & Kalaivani, 2019).

Yang ve arkadaşları kalp hastalarının takiplerinin yapılması için 2020 yılında kablosuz radyo frekansı (RF) tekniğini kullanarak taşınabilir bir cihaz tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Tasarladıkları cihaz ile hastaların fizyolojik sinyalleri gerçek zamanlı izlenmiş ve derin öğrenme modellerinden birisi olan uzun kısa süreli bellek algoritması ile hastaların sağlık durumlarının tahmini yapılmıştır (Yang et al., 2020).

Samuel ve arkadaşları 2019 yılında yaptıkları çalışma ile Kalp Krizi Riski (KKR) tahmin etmede bireylerin özelliklerinin, risk faktörlerine daha objektif bir katkı vermesini sağlamak için hiyerarşik komşuluk tabanlı öğrenme (HNCL) ve uyarlanabilir çok katmanlı yapay sinir ağı modeli kullanarak yeni bir model önermişlerdir. Geliştirdikleri model yardımı ile %97,80 doğruluk oranı elde etmişlerdir (Samuel et al., 2020).

Javeed ve arkadaşları 2020 yılında yaptıkları çalışmada, KKR tahmininde kullanılan risk faktörlerinden en önemli olan özellikleri seçerek bir tahmin sistemi geliştirmiştir. Geliştirdikleri sistemde en iyi özellikler belirledikten sonra bir yapay sinir ağı (YSA) ve derin öğrenme modeli ile kişilerin kalp krizi riskini tahmin etmeye çalışmışlardır. Uyguladıkları yöntemi aynı veri setini kullanan farklı metodlar ile de kıyaslamış ve diğer 18 çalışmaya göre daha başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. YSA ile test ettikleri modelde %91,1 başarı elde ederken, DNN ile test ettikleri modelde %93,3 başarı elde etmişlerdir.

Tahmine dayalı çalışmalarda yüksek başarı oranının elde edilmesi kullanılan eğitim seti ile doğrudan ilgilidir. Al-Yarimi ve arkadaşları 2020 yılında yaptıkları çalışmada hastalardan elde edilen kalp verilerinden en iyi öznitelikleri belirleyebilmek adına bir çalışma gerçekleştirmiştir (Al-Yarimi et al., 2020).

Su ve arkadaşları 2020 yılında makine öğrenim modellerinden olan rastgele orman (RO) modelini kullanarak geliştirdikleri yazılımda, kişinin vücut kitle indeksi (VKİ), açlık kan şekeri (FBG), diyastolik kan basıncı (DBP), trigliserit (TG), sistolik kan basıncı (SBP), ve toplam kolesterol (TC) bilgilerini kullanarak kardiyovasküler hastalıklarını %72,89 başarı oranı ile tahmin etmişlerdir (Su et al., 2020).

Almustafa 2020 yılında, kalp hastalığı ile ilgili olmak üzere Cleveland, Macaristan, İsviçre ve Long Beach'te ki 1025 hastadan elde ettiği verileri, K-EYK, naive bayes, karar ağacı J48, jrip, DVM, Adaboost, stokastik eğim azaltma (SEA) ve karar tablosu (KT) modelleri sınıflandırmış ve sayılan bu modelleri de birbiri ile kıyaslamıştır. Veri setindeki 76 öznitelikten 14 tanesini kullanarak K-EYK ile %99.7073 doğruluk oranına, karar ağaçları J48 ve jrip ile de sırasıyla %98.0488 ve %97.2683 doğruluk oranında hasta olanlar ile olmayanları sınıflandırmayı başarmıştır (Almustafa, 2020).

Du ve arkadaşları 2020 yılında CVD'lerin erken teşhisi için Çin'in Shenzen şehrinde 3 yıl boyunca 42676 kişiden toplanan Elektronik Sağlık Kayıtları (ESK) kullanılarak lojistik regresyon, karar ağaçları, K-EYK, DVM, ro ve XGBoost gibi farklı makine öğrenme modelleri ile tahmin modeli geliştirmiştir. Geliştirdiği model sonucunda hipertansiyonlu büyük bir hasta grubu için yalnızca hastane içi ve hastane dışı tanı ile kronik hastalıklar için

rutin takip ziyaretleri sırasında toplanan ESK verilerine dayanarak 3 yıllık CVD başlangıç riskinin doğru tahmin edilmesinin mümkün olduğunu göstermişlerdir (Du et al., 2020)

Bu çalışmada, makine öğrenme yöntemlerinden DVM ve Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı (ÇKGB-YSA) modelleri kullanılarak kalp krizi tahmin hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda geliştirilen yazılım aşağıdaki sıra ile sunulmuştur. 1. Bölümde konu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar, 2. Bölümde kullanılan materyal ve yöntem, 3. Bölümde çalışmada uygulanan sistemin tasarımı, 4. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHODS)

2.1 Veri Seti (Data Set)

Yapılan çalışmada UCI (Dua & Graff, 2019) veri tabanından alınan Heart Disease isimli veri seti kullanılmıştır. Veri setinde dört farklı ülkedeki kliniklerinden toplanmış toplam 920 adet veri bulunmaktadır. Çalışmada sadece, diğer ülkelerdeki kliniklerden toplanan verilere göre daha eksiksiz ve tutarlı olan, ABD'nin Cleveland şehrinde bulunan bir klinikten toplanan 303 adet veri kullanılmıştır. Veri setindeki 303 veriden eksik veri olması sebebiyle 4 adet CA, 2 adet THAL verisinin bulunduğu satır veri setinden çıkarılmıştır. Bu nedenle çalışmada toplam 297 adet veri kullanılmıştır.

Veri setinde ki her bir veri için 76 adet öznitelik ve 1 adet de sınıf bulunmaktadır. Fakat çalışmada öznitelik seçimi yapılarak Tablo 1'de gösterilen 13 adet öznitelik kullanılmıştır.

Tablo 1. Kullanılan veri setindeki öznitelikler

No	Özellik	Özellik Kod
1	Yaş (AGE)	FC1
2	Cinsiyet (SEX)	FC2
3	Göğüs ağrısı tipi (CP)	FC3
4	Dinlenme kan basıncı (TRESTBPS)	FC4
5	Serum kolesterolü (CHOL)	FC5
6	Açlık kan şekeri (FBS)	FC6
7	İstirahatteki elektrokardiyografik sonuçlar (RESTECG)	FC7
8	Ulaşılan maksimum kalp atış hızı (THALACH)	FC8
9	Egzersize bağlı göğüs ağrısı(angina) (EXANG)	FC9
10	Önceki en tepe noktası (OLDPEAK)	FC10

11	En tepe noktasındaki egzersiz eğimi (SLOPE)	FC11
12	Floroskopi ile renklendirilen ana damarların sayısı (CA)	FC12
13	Talyum taraması (THAL)	FC13

Çalışmada kullanılan sınıf bilgisi hastada kalp hastalığının olup olmadığını ifade etmektedir. Kalp hastalığının bulunmaması durumu 0 ile ifade edilirken, 1,2,3,4 değerleri hastalığın bulunma ihtimal oranlarını ifade etmektedir. Çalışmada hastalığın bulunma ihtimal değerlerinin tümü bir (1) olarak değerlendirilirken, hasta olmama durumu sıfır (0) olarak değerlendirilmiştir. Böylece çalışmada iki (2) adet sınıf etiketi kullanılmıştır.

2.2 Yöntem (Method)

Gerçekleştirilen çalışmada kalp krizi tahmini için materyal bölümünde anlatılan 297 adet veri ve güncel makine öğrenme yöntemlerinden olan DVM ile ÇKGB-YSA modelleri kullanılmıştır.

2.2.1. Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine)

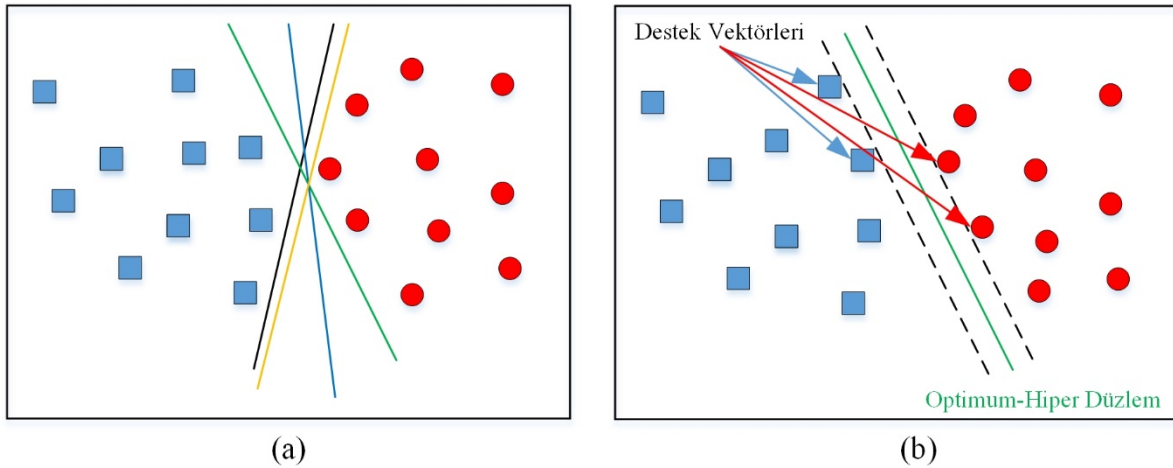
Cortes ve Vapnik' in yapmış olduğu akademik çalışmalar DVM'nin temelini oluşturmaktadır. DVM istatistiksel öğrenme teorisine dayalı denetimli bir sınıflandırma algoritmasıdır.

İlk olarak, iki sınıftan oluşan ve doğrusal olarak ayrılabilen veriler için uygulanan DVM'ler sonraki yıllarda geliştirilerek birbirinden doğrusal olarak ayıramayan veriler içinde kullanılabilir hale getirilmiştir. Böylece DVM'ler çok sınıflı ve doğrusal olmayan verilerin sınıflandırılması içinde uygulanabilir düzeye getirilmiştir (Cortes & Vapnik, 1995).

DVM, sınıflandırma işlemi yapmak için sınıfları birbirinden ayırabilen optimum hiper düzlemi oluşturmayı hedefler. Sınıfları birbirinden ayırmak için ayrılan bölgede birçok hiper düzlem oluşturulabilir. İşte bu noktada DVM, oluşturulan hiper düzlemler arasında sınıfları birbirinden en başarılı şekilde ayıran ve sınıflar arasında oluşacak mesafenin en yüksek seviyede olmasını sağlayan hiper düzlemi bulmayı hedefler.

Doğrusal Ayrılabilen Veriler

DVM ile sınıflandırma işleminde, $\{-1, +1\}$ şeklinde iki sınıftan oluşan etiketli veriler, bir karar fonksiyonu yardımı ile sınıflandırılır. Bu karar fonksiyonu ile eğitim verisindeki iki sınıfı en iyi şekilde birbirinden ayırmak için bir hiper düzlem oluşturulur. Şekil 1(a)'da iki sınıftan oluşan verileri birbirinden ayırabilecek birçok hiper düzlemin olabileceği gösterilmiştir. Burada ki amaç, DVM ile sınıflar arasındaki uzaklığın en yüksek olmasını sağlayan hiper düzlemin tespit edilmesidir. İki sınıf arasındaki uzaklığı en yüksek seviyeye çıkaran ve en uygun ayrımı yapan hiper düzlem, optimum hiper düzlem olarak ifade edilmektedir. İki sınıfın en uç noktalarından geçerek sınıfları birbirinden ayıran vektöre de destek vektörü denir ve bu durum Şekil 1(b)'de gösterilmektedir.



Şekil 1: (a) İki sınıftan oluşan problemler hiper düzlemler, (b) Optimum hiper düzlem ve destek vektörleri

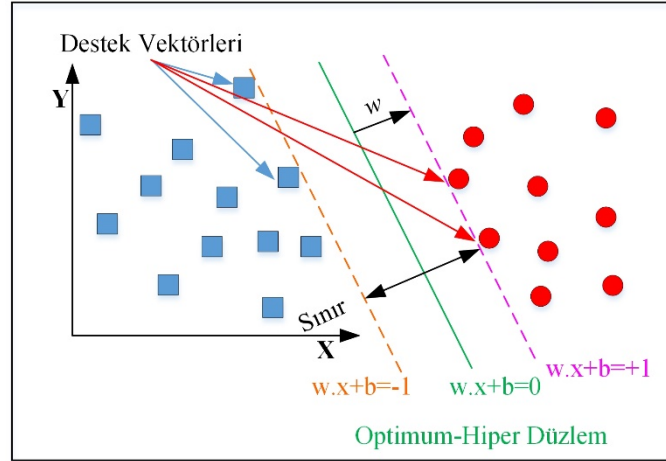
İki sınıfın doğrusal olarak ayrılabilirdiği bir sınıflandırma problemini ele alırsak, DVM' nin eğitiminde k sayıda örnek $\{x, y\}, i = 1, \dots, k$ kullanılarak oluşturulacak optimum hiper düzleme ait eşitsizlikler Denklem'1 ve Denklem'2 gösterilmiştir:

$$w \cdot x_i + b \geq 0, \text{ her } y = +1 \text{ için} \quad (1)$$

$$w \cdot x_i + b \leq 0, \text{ her } y = -1 \text{ için} \quad (2)$$

Burada $x \in R$ olup N -boyutlu bir uzayı, $y \in \{-1, +1\}$ ise sınıf etiketlerini, w ağırlık vektörünü (hiper düzlemin normali) ve b eğim değerini göstermektedir (Osuna vd., 1997). Şekil 2'de optimum hiper düzlemin belirlenebilmesi için bu düzleme paralel ve sınırlarını oluşturacak iki hiper düzlemin belirlenmesi gerekir. Bu hiper düzlemleri oluşturan noktalar destek vektörleri olarak adlandırılır ve bu düzlemler Denklem 3 ile gösterilmektedir.

$$w \cdot x_i + b = \pm 1 \quad (3)$$



Şekil 2: Doğrusal olarak ayrılabilen veri setleri

Sınıflar arasındaki sınırın uzaklığının en yüksek olabilmesi için Denklem 3'deki w ifadesi en düşük hale getirilmelidir. Bu durumda en uygun hiper düzlemin bulunması için Denklem 4 ve 5 ile gösterilen sınırlı optimizasyon probleminin çözülmesi gerekir (Vapnik, 1995).

$$\min \left[\frac{1}{2} \|w\|^2 \right] \quad (4)$$

$$y_i(w \cdot x_i + b) - 1 \geq 0 \text{ ve } y_i \in \{-1, 1\} \quad (5)$$

Bu optimizasyon problemi Lagrange denklemleri kullanılarak çözülebilir. Bu işlem sonrasında Denklem 6 elde edilir.

$$L(w, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|w\|^2 - \sum_{i=1}^k \alpha_i y_i (w \cdot x_i + b) + \sum_{i=1}^k \alpha_i \quad (6)$$

Sonuç olarak, doğrusal olarak ayrılabilen iki sınıflı bir problem için karar fonksiyonu Denklem 7 şeklinde yazılabilir. Denklem 6 ve 7'de kullanılan α_i Lagrange katsayısıdır.

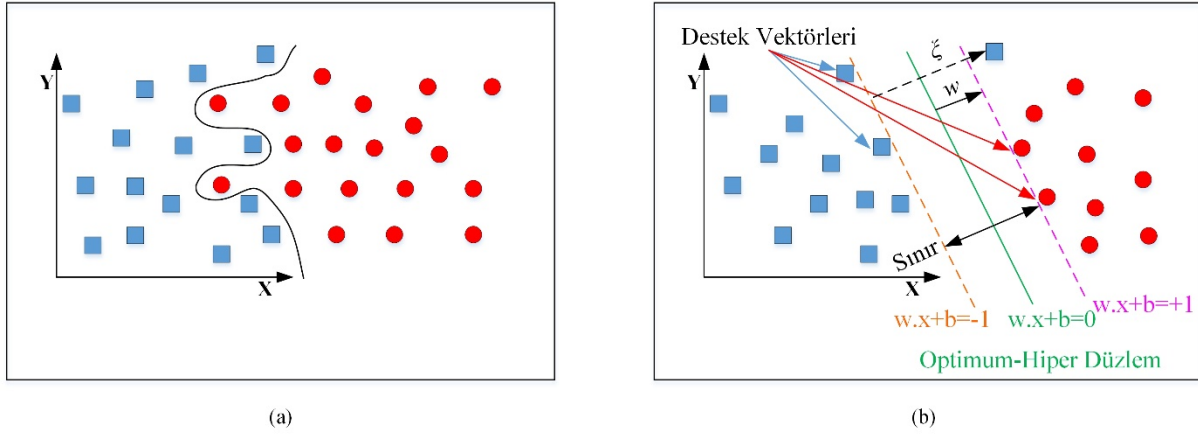
$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^k \alpha_i y_i (x \cdot x_i) - b \right) \quad (7)$$

Doğrusal Ayrılamayan Veriler

Günlük hayatta birçok problemde elde edilen verilerin, Şekil 3(a) da gösterildiği gibi doğrusal olarak ayrılması mümkün değildir. Bu nedenle bazı verilerin diğer sınıflarda kalması göz ardı edilebilir. Bu durum Şekil 3(b)'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Göz ardı edilebilen bu tolerans değeri, pozitif bir değer olan ξ ile gösterilmektedir.

Sınıflar arasındaki mesafenin en uzun olması ve tolere edilebilir yanlış sınıflandırma hatalarının en aza indirilebilmesi için bahsedilen iki değer arasındaki oranın kabul edilebilir bir düzeyde olması gerekmektedir. Bu oran pozitif bir değerdir ve genellikle literatürde c

katsayısı ile gösterilir. c katsayısının alabileceği değerler; $0 < c < \infty$ arasında bulunmaktadır (Cortes & Vapnik, 1995).



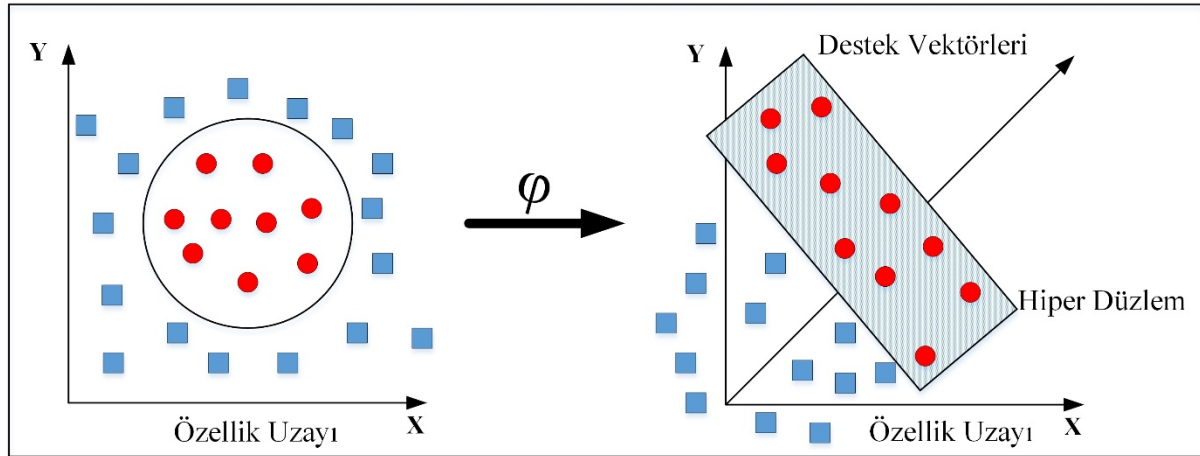
Şekil 3: (a) Doğrusal olarak ayrılamayan veri seti, (b) Doğrusal ayrılamayan veri setleri için c katsayısı ve tolerans değeri kullanılarak doğrusal olarak ayırım yapılamayan veriler için optimizasyon problemi Denklem 8 ile ifade edilmektedir.

$$\min \left[\frac{\|w\|^2}{2} + c \cdot \sum_{i=1}^r \xi_i \right] \quad (8)$$

Buna bağlı sınırlamalar ise Denklem 9’da gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} y_i(w \cdot \varphi(x_i) + b) - 1 &\geq 1 - \xi_i \\ \xi_i &\geq 0 \text{ ve } i = 1, \dots, N \end{aligned} \quad (9)$$

Denklem 8 ve 9’da ifade edilen optimizasyon probleminin çözümü genellikle 2 boyutlu uzayda çözülememektedir. Bunun çözümü için matematiksel olarak $K(x_i, x_j) = \varphi(x) \cdot \varphi(x_j)$ şeklinde ifade edilen denklem, Şekil 4’te gösterildiği üzere verileri iki boyutlu uzaydan daha yüksek boyutlu bir uzaya aktarmaktadır.



Şekil 4: Çekirdek fonksiyonu ile verinin daha yüksek bir boyuta dönüştürülmesi.

Burada boyut artırma işlemi için çekirdek fonksiyonları kullanılmaktadır. Çekirdek fonksiyonları ile yüksek boyutlu uzaylara aktarılan veriler arasında yine Şekil 4 'te gösterildiği üzere farklı sınıfları birbirinden ayırmak için hiper düzlemler geçirilebilmektedir. Böylece doğrusal olarak ayrılamayan veriler daha yüksek boyuttaki uzaylara taşınarak, ayrıştırılabilir duruma dönüştürülmektedir. Literatürde boyut arttırmak için kullanılan temel bazı çekirdek fonksiyonlarından birkaçı Tablo 2' de sunulmuştur (Kayaalp & Metlek, 2020b).

Tablo 1: Çekirdek Fonksiyonlar

Çekirdek	Formülüzasyon
Doğrusal Çekirdek,	$K(x_i, x_j) = x_i^T x_j$
Polinom Çekirdek	$K(x_i, x_j) = (1 + x_i^T x_j)^d$
Gauss Çekirdek	$K(x_i, x_j) = (e)^{-\gamma \ x_i - x_j\ ^2}, \gamma > 0$
Laplace Çekirdek	$K(x_i, x_j) = (e)^{\left(-\frac{\ x_i - x_j\ }{\sigma}\right)}$

Sonuç olarak, çekirdek fonksiyonu kullanarak doğrusal olarak ayrılamayan iki sınıflı bir problemin çözümü ile ilgili karar kuralı Denklem 10 ile ifade edilmektedir.

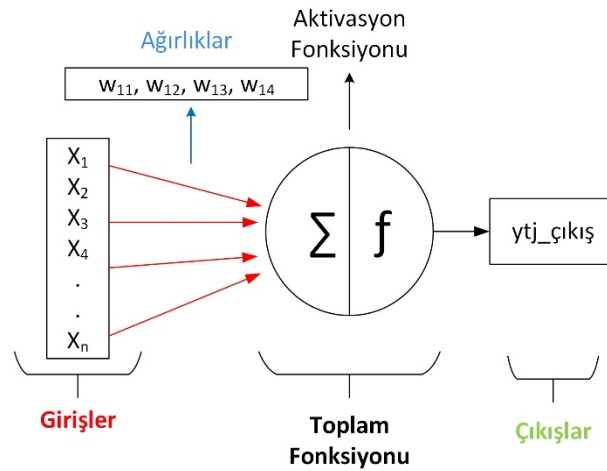
$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_i \alpha_i y_i \varphi(x) \cdot \varphi(x_i) + b \right) \quad (10)$$

2.2.2. Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)

Yapay sinir ağları son yıllarda, pek çok alanda uygulanan ve üzerinde en çok araştırma yapılan makine öğrenme yöntemlerden birisidir. Yapay sinir ağları yapısı gereği, özellikle

karmaşık ve doğrusal bir denklemi bulunmayan problemlerde daha çok tercih edilmektedir. Bu bölümde çalışmada kullanılan yapay sinir ağı modelinin genel yapısı ve çalışma prensibi anlatılmıştır. Yapay sinir ağları, insan beyninin yeni bilgi üretebilme ve keşfetme özellikleri örnek alınarak geliştirilen bir esnek hesaplama yöntemidir.

YSA 'lar da veri işleme nöron adı verilen hücrelerde gerçekleştirilmektedir. Bu hücreler insan beyninde bulunan biyolojik sinir hücrelerinden esinlenerek geliştirilmiştir. YSA hücrelerinde sinyaller yani veriler, bağlantı linkleri üzerinden bir biri ile haberleşmektedir. Bu bağlantı linkleri üzerinde bulunan ağırlık katsayıları ile gelen veriler (sinyal) birbiri ile çarpılarak hücreye aktarılmaktadır. Bu nedenle ağırlık katsayıları ile veriler arasında bir çarpan ilişkisi bulunmaktadır. Her bir hücre kendisine gelen veriler ve ağırlık katsayılarını çarpıp toplayarak bir toplam değeri elde etmektedir. Elde edilen toplam değerini, istenilen aralığa indirmek için bir aktivasyon fonksiyonu (genellikle doğrusal olmayan) kullanılmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu sonucunda elde edilen değer, bir hücrenin çıkış değerini oluşturmaktadır. Şekil 5'de bir yapay sinir ağı hücresinin yapısı gösterilmiştir. Bu yapıda, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, değerleri yapay sinir ağının girişine sunulan verileri ifade etmektedir. Verilen çarpıldığı ağırlık katsayıları ise $w_{11}, w_{12}, w_{13}, \dots, w_{1n}$, şeklinde gösterilmiştir. Bu giriş verileri ile ağırlık katsayılarının çarpılıp toplanma işlemi, toplam (Σ) sembolü ile aktivasyon fonksiyonu ise f ile gösterilmiştir.

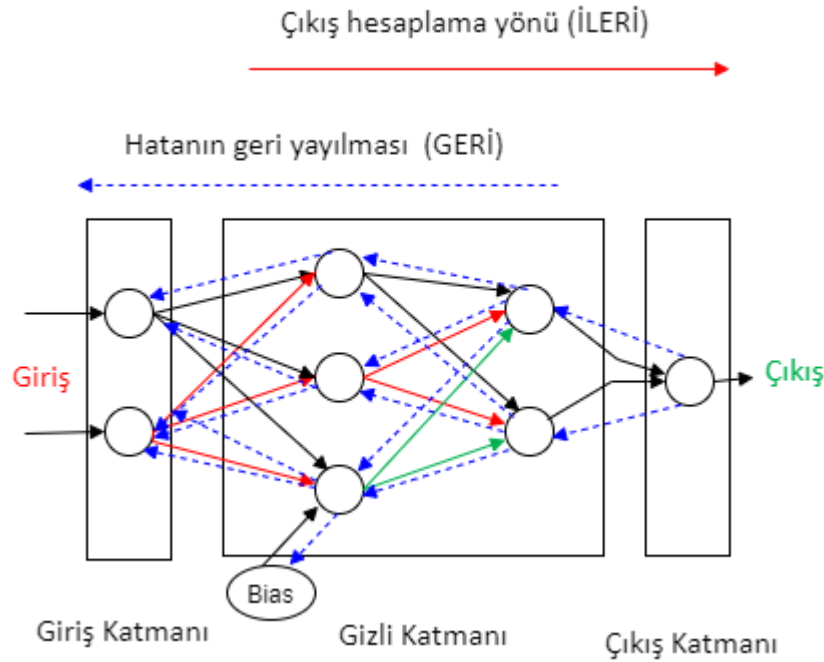


Şekil 5: Yapay sinir ağı hücresi

Literatürde kullanılacak alana ve probleme göre farklı yapılarda birçok yapay sinir ağı modeli bulunmaktadır. Bu modeller öğrenme şekillerine göre denetimli, denetimsiz ve destekleyici olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Çalışmada tercih edilen YSA modeli, denetimli öğrenme modeline göre geliştirilen, Çok Katmanlı Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı (CKGB-YSA) modelidir.

Oluşturulan model bir giriş katmanı, iki ara katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadır. Giriş katmanına kullanılan veri setinden her bir veri için 13 adet giriş uygulanmaktadır. Çıkış katmanında ise sadece sınıf bilgisini veren tek bir çıkış bulunmaktadır. Ağın çalışma mantığına göre, ilk olarak ileri doğru hesaplama yapılmakta ve sonrasında hata değerini

geriye doğru yayılmaktadır. Ağın hatayı geriye doğru yayma işlemine, geri yayılım (Back-Propagation) denilmektedir (Fausett, 2006). Şekil 6'da bir CKGB-YSA'nın genel yapısı gösterilmiş olup, çalışma adımları da aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 6: Çok katmanlı geri beslemeli yapay sinir ağı

İleri yönde hesaplama:

Aşama 1: Giriş katmanında kullanılacak ağırlık değerleri ve eşik değerleri (Bias) belirlenir. İlk etapta ağırlık değerleri ve eşik değerleri küçük reel sayılardan rastgele olarak atanır.

Aşama 2: Ağın eğitilebilmesi için giriş verileri, giriş katmanına aktarılır. Burada giriş verileri x_i şeklinde gösterilmektedir.

Aşama 3: Gizli katmanda bulunan her bir nöron için giriş verileri ile ilk adımda rastgele belirlenen ağırlık katsayıları çarpılarak, nöronun toplam değeri hesaplanır. Bu işlem Denklem 11'de gösterilmektedir.

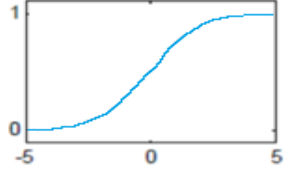
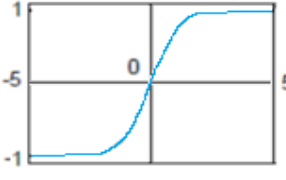
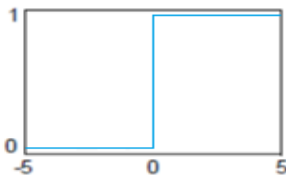
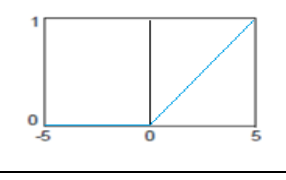
$$y_{j_çıkış} = \sum_{i=1}^n w_{ij}x_i + \theta_j \quad j = 1, \dots, k \quad (11)$$

Denklem 11'deki $y_{j_çıkış}$ gizli katmandaki her bir nöron'a gelen giriş değerlerinin ağırlıklı çarpım toplamını göstermektedir. n giriş katmanındaki nöron sayısını ve k gizli katmandaki nöron sayısını ifade etmektedir. w_{ij} giriş katmanının i . nöron ile gizli katmanın j . nöron arasındaki ilk etapta rastgele atanan ağırlık değerini göstermektedir. Toplam değerinin global minimum ya da maksimum noktalarına takılmasını engellemek için eşik değeri kullanılmaktadır. Denklem 11'de kullanılan θ_j , gizli katmanın j . nöron için eşik değerini

ifade etmektedir. Bu eşik değeri ilk ağırlık değerlerinin belirlenmesinde olduğu gibi rastgele atanmaktadır.

Aşama 4: Gizli katmanda hesaplanan toplam değerini belli aralıklara indirmek için farklı aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır. Tablo 3’de literatürde bulunan bazı aktivasyon fonksiyonları gösterilmiştir (Mengi & Metlek, 2020). Aşama 4’de Denklem 12 sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır.

Tablo 2: Aktivasyon fonksiyonları

Fonksiyon Adı	Fonksiyon İçeriği	Grafik
Sigmoid	$y = \frac{1}{1 + e^{-y_{j_çıkış}}}$	
Tanjant Hiperbolik	$y = \frac{e^{y_{j_çıkış}} - e^{-y_{j_çıkış}}}{e^{y_{j_çıkış}} + e^{-y_{j_çıkış}}}$	
Adım Fonksiyonu	$y = \begin{cases} 1 & y_{j_çıkış} \geq 0 \\ 0 & y_{j_çıkış} < 0 \end{cases}$	
Relu	$y = \max(0, y_{j_çıkış})$	

Gizli katmanda bulunan nöronlara aktivasyon fonksiyonunun uygulanmış hali Denklem 12’de gösterilmektedir.

$$y = \frac{1}{1 + e^{-y_{j_çıkış}}} \quad (12)$$

Eğer bu aşamada gizli katmandan sonra başka bir gizli katman var ise aynı işlemler diğer gizli katmanda bulunan nöronlar için tekrar edilmektedir. Şayet başka bir gizli katman yok ise hesaplanan y değeri, doğrudan sistemin çıktısını oluşturmaktadır. Gösterim açısından kolaylık olması için bu değer doğrudan çıkış değeri olarak alınıp, sistemin çıkışı olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde sistem tek çıkışlı değil de birden fazla çıkışlı ise Denklem 13’de gösterildiği üzere sistemin toplam çıkışı hatası bulunmaktadır.

$$\text{Ortalama Karesel Hata} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (g_i - y_i)^2 \quad (13)$$

Denklem 13' deki g_i , i . değeri için gerçek çıktı değerini, y_i i . değeri için YSA'nın üretmiş olduğu çıktı değerini ifade etmektedir. Denklemdeki n ise modeldeki çıkış sayısını ifade etmektedir.

Geri yönde hesaplama:

Çok katmanlı geri beslemeli yapay sinir ağı modelinde, ağ ileri yönde bir defa işletilerek, çıkış değeri üretmesi sağlanır. Bu değer elde edildikten sonra geri yayılım algoritması işletilmeye başlanır. Geri yayılım algoritmasında ilk olarak Denklem 14'e göre hata değeri hesaplanır.

$$H(s) = B(s) - \zeta(s); \quad s = 1, \dots, p \quad (14)$$

Denklem 14'te $B(s)$ beklenen çıkış değerini, $\zeta(s)$ ağı ileri yönde işletilmesi sonucunda elde edilen çıkış değerini, $H(s)$ ' de ağı hata değerini, s ise çıktı katmanındaki s . proses elemanını, p ise çıkış katmanındaki toplam proses elemanı sayısını ifade etmektedir. Çıktı katmanındaki tüm proses elemanlarından elde edilecek Toplam Hata (TH), tüm proses elemanlarından elde edilen hataların toplanması ile bulunur.

Geri yayılım algoritmasında Denklem 14' de elde edilen hata sinyalinin, ağı tüm ağırlıklarına yayılarak, ağırlıkların tekrar güncellenmesi hedeflenmektedir. Böylece TH değeri en aza indirilecektir. Ağı TH değerini hesaplamak için farklı hata fonksiyonları bulunmaktadır. Çalışmada Ortalama Mutlak Hata fonksiyonu kullanılmış olup Denklem 15 ile gösterilmiştir.

$$TH = \frac{1}{p} \sum_{s=1}^p |H(s)| \quad (15)$$

Aşama 5: Çıktı katmanı ile ara katman arasındaki ağırlıkların güncellenmesi.

Ara katmanındaki j . proses elemanını çıktı katmanındaki s . proses elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarı ΔA^a olarak kabul edilirse; t . iterasyonda ağırlığın değişim miktarı Denklem 16 ile hesaplanır.

$$\Delta A_{js}^a(t) = \eta \delta_s \zeta_j^a + \alpha \Delta A_{js}^a(t-1) \quad (16)$$

Denklem 16'de η öğrenme katsayısını, α momentum katsayısını, δ_s ise s . çıktı ünitesinin hatasını ifade etmektedir. Öğrenme katsayısı, ağırlıkların değişim miktarının bir sonraki değişime belli miktarda etki etmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Momentum katsayısını ise ÇKA ağınnın öğrenme sürecinde yerel bir optimum noktaya takılıp kalmaması için ağırlık

değişim değerinin bir sonraki değişime eklenmesini sağlamak için kullanılmaktadır. s. çıktı ünitesinin hatası Denklem 17 ile ifade edilmektedir.

$$\delta_s = f'(y_{j_çıkış}). H_s \quad (17)$$

Denklem 17'deki $f'(y_{j_çıkış})$ aktivasyon fonksiyonun türevini ifade etmektedir. Ağırlıkların değişim miktarı yukarıdaki denklemlere göre hesaplandıktan sonra t. iterasyonda ki yeni ağırlık değerleri Denklem 18'e göre hesaplanmaktadır.

$$A_{js}^a(t) = A_{js}^a(t-1) + \Delta A_{js}^a(t) \quad (18)$$

Aynı şekilde eşik değer ünitesindeki, değişim miktarları tespit edilerek, ağırlıklarının Denklem 18 ve 19'a göre güncellenmesi gerekmektedir. Çıktı katmanında bulunan proses elemanlarının eşik değer ağırlıkları β^c ile gösterilirse; bu ünitenin çıktısının sabit ve 1 olması nedeni ile değişim miktarı, Denklem 19'a göre hesaplanmaktadır.

$$\Delta \beta_s^c(t) = \eta \delta_s + \alpha \Delta \beta_s^c(t-1) \quad (19)$$

Eşik değerinin t. iterasyonda ki ağırlığının yeni değeri Denklem 20' de gösterilmektedir.

$$\beta_s^c(t) = \beta_s^c(t-1) + \Delta \beta_s^c(t) \quad (20)$$

Aşama 6: Ara katman ile girdi katmanı arasındaki ya da ara katmanlar arasındaki ağırlıkların güncellenmesi

Ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkların güncellenmesinde, her ağırlık için çıktı katmanındaki sadece bir proses elemanının hatası işleme alınmıştır. Bu hataların oluşmasında girdi katmanı ve ara katman arasındaki ağırlıkların da (eğer varsa birden çok ara katman arasındaki ağırlıkların) etkisi vardır. Çünkü, çıkış katmanına gelen bütün bilgiler, girdi katmanı ve önceki ara katmandan gelmektedir. Bu nedenle girdi katmanı ile ara katman arasındaki (veya ara katmanlar arasındaki) ağırlıkların değiştirilmesinde çıktı katmanındaki proses elemanların hepsinin hatasından payını alması gerekmektedir. Bu ağırlıklardaki değişim (mesela girdi katmanı ile ara katman arasındaki ağırlıkların değişimi) ΔA^i ile gösterilerek, Denklem 21'de ifade edilmiştir.

$$\Delta A_{kj}^i(t) = \eta \delta_j^a \zeta_k^i + \alpha \Delta A_{kj}^i(t-1) \quad (21)$$

Denklem 21'de kullanılan hata terimi, Denklem 22'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\delta_j^a = f'(y_{j_çıkış}). \sum_s \delta_s A_{js}^a \quad (22)$$

Ağırlıkların yeni değerleri Denklem 23'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$A_{kj}^i(t) = A_{kj}^i(t-1) + \Delta A_{kj}^i(t) \quad (23)$$

Eşik değer ünitesinin yeni ağırlık değerleri de aşağıdaki şekilde hesaplanır. Ara katmandaki eşik değer ağırlıkları β^a ile gösterilirse değişim miktarı Denklem 24 ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta \beta_j^a(t) = \eta \beta_j^a + \alpha \Delta \beta_j^a(t-1) \quad (24)$$

Ağırlıkların t . iterasyondaki yeni değeri ise Denklem 25'de gösterilmektedir.

$$\beta_j^a(t) = \beta_j^a(t-1) + \Delta \beta_j^a(t) \quad (25)$$

Böylece ileri doğru çalışan YSA, yukarıda anlatıldığı üzere geriye doğru da tüm ağırlıkları güncelleyerek çalışmış olacaktır. Bu ileri geri çalışma işlemi istenilen hata seviyesine ya da istenilen iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar devam edecektir.

3. SİSTEM TASARIMI (DESIGN SYSTEM)

Çalışmada sırasıyla DVM ve CKGB-YSA modeli olmak üzere iki farklı makine öğrenme yöntemi test edilmiştir.

3.1. DVM ile Sistem Tasarımı (Design System With SVM)

Bunlardan ilki olan DVM yönteminde K-fold 5 değerine göre veriler eğitim ve test olarak ikiye ayrılmıştır. DVM modelinde kullanılan parametreler aşağıda Tablo 4'de detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 3: DVM'de kullanılan parametreler

Standartlaştırma	Evet
Tolerans	0.05
Çekirdek	Gaus
Elde Edilen Destek Vektör Noktası	12

Sistemin başarısını arttırmak adına farklı çekirdek fonksiyonları da test edilmiştir. Sistemde DVM için test edilen diğer çekirdekler Tablo 5'de sunulmuş olup, en yüksek başarı oranı Gaussian çekirdek fonksiyonu ile elde edilmiştir.

Tablo 5: DVM modelinde kullanılan çekirdek fonksiyonları

No	Çekirdek
1	Doğrusal Çekirdek
2	Polinom Çekirdek
3	Gauss Çekirdek
4	Laplace Çekirdek

3.2. ÇKGB-YSA ile Sistem Tasarımı (Design System with Multi Layer Back Propagation Neural Network)

Çalışmada tercih edilen YSA modeli denetimli öğrenme yapan bir YSA modelidir. Bu nedenle tasarlanan YSA modelini eğitmek için veri setinde bulunan veriler, DVM modelinde olduğu gibi %80'i eğitim ve %20'si K-fold 5 değerine göre ikiye ayrılmıştır. Tasarlanan modelinin yapısı ve kullanılan parametreler Tablo 6'da detaylı olarak gösterilmiştir.

Tablo 6: CKGB-YSA modelinde kullanılan parametreler ve başarı oranı

Test No	Öğrenme Parametreleri	Ara Katmanlar	Nöron Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonları	Başarı (%)
1	Ara Katman Sayısı: 2	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	82
	Momentum Katsayısı: 0,8				
	Öğrenme Katsayısı: 0,9	2. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
2	Ara Katman Sayısı: 2	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	84
	Momentum Katsayısı: 0,8				
	Öğrenme Katsayısı: 0,9	2. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu, Sigmoid	
3	Ara Katman Sayısı: 2	1. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu, Sigmoid	92
	Momentum Katsayısı: 0,8	2. Ara	4	Sigmoid, Tanjant	

	Öğrenme Katsayısı: 0,9	Katman		Hiperbolik, Relu, Sigmoid	
4	Ara Katman Sayısı: 3	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	88
	Momentum Katsayısı: 0,8	2. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	
	Öğrenme Katsayısı: 0,9	3. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
5	Ara Katman Sayısı: 3	1. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	88
	Momentum Katsayısı: 0,8	2. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
	Öğrenme Katsayısı: 0,9	3. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
6	Ara Katman Sayısı: 3	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	90
	Momentum Katsayısı: 0,8	2. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	
	Öğrenme Katsayısı: 0,9	3. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Relu	
7	Ara Katman Sayısı: 4	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	89
		2. Ara Katman	4	Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
	Momentum Katsayısı: 0,8	3. Ara Katman	2	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	
		4. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
8	Ara Katman Sayısı: 4	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	90
		2. Ara	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	

	Momentum Katsayısı: 0,8	Katman		Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	
		3. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
	Öğrenme Katsayısı: 0,9	4. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
9	Ara Katman Sayısı: 4	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	85
		2. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	
	Momentum Katsayısı: 0,8	3. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
		4. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
	Öğrenme Katsayısı: 0,9				
10	Ara Katman Sayısı: 4	1. Ara Katman	3	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Relu	88
		2. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik,	
	Momentum Katsayısı: 0,8	3. Ara Katman	5	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid	
		4. Ara Katman	4	Sigmoid, Tanjant Hiperbolik, Sigmoid, Tanjant Hiperbolik	
	Öğrenme Katsayısı: 0,9				

3.3. Sistem Başarısının Ölçümü (Measuring System Success)

Sistemin genel başarısını ölçmek için karşılaştırma matrisleri kullanılmıştır. Karşılaştırma matrisinden elde edilen doğruluk, geri çağırma, hassasiyet ve F1 skor değerleri sınıflayıcıların hangi oranda tahmin ettiğini göstermektedir.

Geliştirilen algoritmada kullanılan her iki modelin doğruluk, geri çağırma, hassasiyet ve F1 skor değerlerinin hesaplanması sırasıyla Denklem 26-31 arasında gösterilmiştir.

$$\text{Doğruluk oranı} = \frac{TP + TN}{(TN + FP + TP + FN)} \quad (26)$$

$$\text{Pozitif için Geri Çağırma} = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (27)$$

$$\text{Negatif için Geri Çağırma} = \frac{TN}{(TN + FP)} \quad (28)$$

$$\text{Pozitif için Hassasiyet} = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (29)$$

$$\text{Negatif için Hassasiyet} = \frac{TN}{(TN + FN)} \quad (30)$$

$$\text{F1 Skor} = 2 \times \frac{\text{Hassasiyet} \times \text{Geri Çağırma}}{\text{Hassasiyet} + \text{Geri Çağırma}} \quad (31)$$

Denklem 26-31 arasında ve karşılaştırma matrisindeki;

- TP (True Positive): Algoritma SAĞLIKLİ çıktısı verdi, gerçek durumda ise SAĞLIKLİ olmasını,
- FP (False Positive): Algoritma SAĞLIKLİ çıktısı verdi, gerçek durumda ise HASTA olmasını,
- FN (False Negative): Algoritma HASTA çıktısı verdi, gerçek durumda ise SAĞLIKLİ olmasını,
- TN (True Negative): Algoritma HASTA çıktısı verdi, gerçek durumda ise HASTA olmasını, ifade etmektedir.

Denklem 26 'da gösterilen Doğruluk oranı, doğru olan tahminlerin sayısının, toplam tahmin sayısına oranı olarak ifade edilmektedir.

Denklem 27 ve 28 'de bahsedilen Geri Çağırma, Pozitif veya Negatif durumların ne kadar başarılı tahmin edildiğini gösterir.

Denklem 29 ve 30'daki hassasiyet ifadesi, Pozitif veya Negatif durumlar için doğru olarak tahmin edilenlerin, toplam tahmin edilenlere oranıdır.

Denklem 31'de ki F1 Skoru, Test edilen verilerin doğruluğunun ölçümüdür. Hassasiyet ve geri çağırma metriklerinin harmonik ortalamasıdır. Normal ortalama yerine harmonik ortalamasının kullanılması sayesinde, uç durumlar göz ardı edilmektedir.

Çalışmada DVM modeli için elde edilen karşılaştırma matrisi Şekil 7'de gösterilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda hesaplamalı olarak sunulmuştur.

Tahmin Değerleri

		Sağlıklı (Positive)	Hasta (Negative)	
Gerçek Değerler	Sağlıklı (Positive)	TP (155)	FN (5)	Sağlıklı (Positive) Geri Çağırma (Recall) $\frac{TP}{(TP + FN)}$
	Hasta (Negative)	FP (9)	TN (128)	Hasta (Negative) Geri Çağırma (Recall) $\frac{TN}{(TN + FP)}$
		Sağlıklı (Positive) Hassasiyet	Hasta (Negative) Hassasiyet	Doğruluk $\frac{TP + TN}{(TN + FP + TP + FN)}$
		$\frac{TP}{(TP + FP)}$	$\frac{TN}{(TN + FN)}$	

Şekil 7: DVM karşılaştırma matrisi

Doğruluk Oranı	$= \frac{TP + TN}{(TN + FP + TP + FN)}$	$\frac{155 + 128}{(128 + 9 + 155 + 5)} = \frac{283}{297} = 0,95$
Pozitif için Geri Çağırma	$= \frac{TP}{(TP + FN)}$	$\frac{155}{(155 + 5)} = \frac{155}{160} = 0,96$
Negatif için Geri Çağırma	$= \frac{TN}{(TN + FP)}$	$\frac{128}{(128 + 9)} = \frac{128}{137} = 0,93$
Pozitif için Hassasiyet	$= \frac{TP}{(TP + FP)}$	$\frac{155}{(155 + 9)} = \frac{155}{164} = 0,94$
Negatif için Hassasiyet	$= \frac{TN}{(TN + FN)}$	$\frac{128}{(128 + 5)} = \frac{128}{133} = 0,96$
Pozitif için F1 Skor	$= 2x \frac{Hassasiyet \times Geri \text{ Çağırma}}{Hassasiyet + Geri \text{ Çağırma}}$	$2 * \frac{0,90}{1,90} = 0,94$

$$\text{Negatif için F1 Skor} = 2x \frac{\text{Hassasiyet} \times \text{Geri Çağırma}}{\text{Hassasiyet} + \text{Geri Çağırma}} \quad 2 * \frac{0,89}{1,89} = 0,94$$

Çalışmada CKGB-YSA modeli için elde edilen karşılaştırma matrisi Şekil 8’de gösterilmiş ve elde edilen sonuçlar yine hesaplamalı olarak aşağıda sunulmuştur.

Tahmin Değerleri

		Sağlıklı (Positive)	Hasta (Negative)	
Gerçek Değerler	Sağlıklı (Positive)	TP (148)	FN (12)	Sağlıklı (Positive) Geri Çağırma (Recall) $\frac{TP}{(TP + FN)}$
	Hasta (Negative)	FP (11)	TN (126)	Hasta (Negative) Geri Çağırma (Recall) $\frac{TN}{(TN + FP)}$
		Sağlıklı (Positive) Hassasiyet	Hasta (Negative) Hassasiyet	Doğruluk $\frac{TP + TN}{(TN + FP + TP + FN)}$
		$\frac{TP}{(TP + FP)}$	$\frac{TN}{(TN + FN)}$	

Şekil 8: CKGB-YSA karşılaştırma matrisi

Doğruluk Oranı	$= \frac{TP + TN}{(TN + FP + TP + FN)}$	$\frac{148 + 126}{(126 + 11 + 148 + 12)} = \frac{274}{297} = 0,92$
Pozitif için Geri Çağırma	$= \frac{TP}{(TP + FN)}$	$\frac{148}{(148 + 12)} = \frac{148}{160} = 0,92$
Negatif için Geri Çağırma	$= \frac{TN}{(TN + FP)}$	$\frac{126}{(126 + 11)} = \frac{126}{137} = 0,91$
Pozitif için Hassasiyet	$= \frac{TP}{(TP + FP)}$	$\frac{148}{(148 + 11)} = \frac{148}{159} = 0,93$
Negatif için Hassasiyet	$= \frac{TN}{(TN + FN)}$	$\frac{126}{(126 + 12)} = \frac{126}{138} = 0,91$

Pozitif için F1 Skor	$= 2x \frac{\text{Hassasiyet} \times \text{Geri Çağırma}}{\text{Hassasiyet} + \text{Geri Çağırma}}$	$2 * \frac{0,85}{1,85} = 0,92$
Negatif için F1 Skor	$= 2x \frac{\text{Hassasiyet} \times \text{Geri Çağırma}}{\text{Hassasiyet} + \text{Geri Çağırma}}$	$2 * \frac{0,82}{1,82} = 0,90$

4. SONUÇLAR (RESULTS)

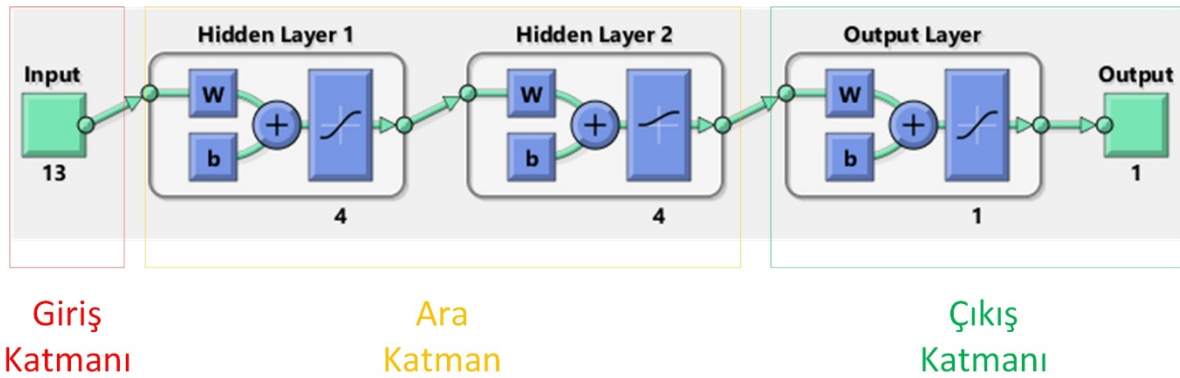
Gerçekleştirilen çalışmada Dua ve Graff'ın 2019 yılında sunmuş olduğu Heart Disease isimli veri seti kullanılmıştır. Bu veri集中的 verilerin bir kısmı ABD'nin Cleveland şehrinde ki bir klinikten elde edilmiştir. Elde edilen 303 veriden, eksik bilgi içeren 6 adeti çıkarılarak, toplam 297 adet veri üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada Tablo 1'de özetlenen 13 adet öznetelik kullanılmıştır.

Tasarlanan sistemde DVM ve CKGB-YSA modelleri test edilmiştir. Test edilen DVM modelinde Gauss çekirdek fonksiyonu kullanılarak %95 başarı oranı elde edilmiştir. DVM modeli için kullanılan farklı çekirdek fonksiyonları ve elde edilen diğer başarı oranları da Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7: DVM modelinde kullanılan çekirdek fonksiyonları ve başarı oranları

Test No	Çekirdek	Başarı (%)
1	Doğrusal Çekirdek,	%92
2	Polinom Çekirdek	%93
3	Gauss Çekirdek	%95
4	Laplace Çekirdek	%91

Çalışmada test edilen CKGB-YSA modeli ise Şekil 9'da gösterilen 13 giriş, iki ara katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadır. Test edilen modelde Tablo 6'da 3 nolu testte detayları verilen parametreler ile en yüksek %92 başarı oranı yakalanmıştır.



Şekil 9: Test edilen CKGB-YSA yapısı

Çalışma sonucunda elde edilen her iki başarı oranı da gelecek vadede niteliktedir. Bu nedenle tasarlanan Klinik Karar Destek Sistemi (KKDS) ile kalp rahatsızlığını tespit etmek mümkün olabilmektedir. Gerçekleştirilen yazılım ile kişilerin kalp rahatsızlığı durumu önceden tespit edilebilecektir. Bunun neticesinde de kişilerin önlem alabilmesi sağlanacaktır. Çalışmanın ilerleyen dönemlerinde mobil uygulamasının geliştirilmesi de hedeflenmektedir. Böylece daha geniş kitlelerde de kullanılması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, H., Younis, E. M. G., Hendawi, A., & Ali, A. A. (2020). Heart disease identification from patients' social posts, machine learning solution on Spark. *Future Generation Computer Systems-the International Journal of Escience*, 111, 714–722. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.09.056>
- Al-Yarimi, F. A. M., Munassar, N. M. A., Bamashmos, M. H. M., & Ali, M. Y. S. (2020). Feature optimization by discrete weights for heart disease prediction using supervised learning. *Soft Computing*, 1–11.
- Ali, F., El-Sappagh, S., Islam, S. M. R., Kwak, D., Ali, A., Imran, M., & Kwak, K.-S. (2020). A smart healthcare monitoring system for heart disease prediction based on ensemble deep learning and feature fusion. *Information Fusion*, 63, 208–222. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.06.008>
- Almustafa, K. M. (2020). Prediction of heart disease and classifiers' sensitivity analysis. *BMC Bioinformatics*, 21(1), 1–18.
- Anooj, P. K. N. (2011). Clinical decision support system: risk level prediction of heart disease using weighted fuzzy rules and decision tree rules. *Central European Journal of Computer Science*, 1(4), 482–498.
- Benziger, C. P., Roth, G. A., & Moran, A. E. (2016). The global burden of disease study and the preventable burden of NCD. *Global Heart*, 11(4), 393–397.
- Bulut, F. (2016). Heart attack risk detection using Bagging classifier. *2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)*, 2013–2016.
- Çınar, A., & Tuncer, S. A. (2020). Classification of normal sinus rhythm, abnormal arrhythmia and congestive heart failure ECG signals using LSTM and hybrid CNN-SVM deep neural networks. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. <https://doi.org/10.1080/10255842.2020.1821192>
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine Learning*, 20(3), 273–297.
- Devi, R. L., & Kalaivani, V. (2019). Machine learning and IoT-based cardiac arrhythmia diagnosis using statistical and dynamic features of ECG. *The Journal of Supercomputing*, 1–12.

- Du, Z., Yang, Y., Zheng, J., Li, Q., Lin, D., Li, Y., Fan, J., Cheng, W., Chen, X.-H., & Cai, Y. (2020). Accurate Prediction of Coronary Heart Disease for Patients With Hypertension From Electronic Health Records With Big Data and Machine-Learning Methods: Model Development and Performance Evaluation. *JMIR Medical Informatics*, 8(7), e17257.
- Dua, D., & Graff, C. (2019). *UCI Machine Learning Repository*. <http://archive.ics.uci.edu/ml>
- Fausett, L. V. (2006). *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications*. Pearson Education India.
- Haney, M. Ö., & Bahar, Z. (2014). Çocuk Kalp Sağlığını Geliştirme Tutum Ölçeği'nin Geçerlik ve Güvenirliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 7(2), 92–97.
- Mengi, D. F., & Metlek, S. (2020). Türkiye'nin Akdeniz Bölgesine ait rüzgâr ekserjisinin çok katmanlı yapay sinir ağı ile modellenmesi. *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 2(2), 102–120.
- Metlek, S., & Kayaalp, K. (2020a). Otistik spektrum bozukluğunun makine öğrenme algoritmaları ile tespiti. *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 60–68.
- Metlek, S., & Kayaalp, K. (2020b). *Makine öğrenmesinde, teoriden örnek matlab uygulamalarına kadar destek vektör makineleri* (First). Retrieved from <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2020/12/MAKINE-OGRENMESINDE-TEORIDEN-ORNEK-MATLAB-UYGULAMALARINA-KADAR-DESTEK-VEKTOR-MAKINELERI.pdf>
- Pasanisi, S., & Paiano, R. (2018). A Hybrid Information Mining Approach for Knowledge Discovery in Cardiovascular Disease (CVD). *Information*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/info9040090>
- Perel, P., Bianco, E., Poulter, N., Prabhakaran, D., Pais, P., Ralston, J., Wood, D., & Yusuf, S. (2015). Reducing premature cardiovascular mortality by 2025. *Glob Heart*, 10(2), 97–98.
- Samuel, O. W., Yang, B., Geng, Y., Asogbon, M. G., Pirbhulal, S., Mzurikwao, D., Idowu, O. P., Ogundele, T. J., Li, X., & Chen, S. (2020). A new technique for the prediction of heart failure risk driven by hierarchical neighborhood component-based learning and adaptive multi-layer networks. *Future Generation Computer Systems*, 110, 781–794.
- Su, X., Xu, Y., Tan, Z., Wang, X., Yang, P., Su, Y., Jiang, Y., Qin, S., & Shang, L. (2020). Prediction for cardiovascular diseases based on laboratory data: An analysis of random forest model. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, e23421.
- Taneja, A. (2013). Heart disease prediction system using data mining techniques. *Oriental Journal of Computer Science and Technology*, 6(4), 457–466.
- Vapnik, V. N. (1995). The Nature of Statistical Learning Theory. In *The Nature of Statistical*

Learning Theory. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2440-0>

World Health Organization, *Cardiovascular Diseases*. (2020). https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases/#tab=tab_1

Yang, J., Xiao, W., Lu, H., & Barnawi, A. (2020). Wireless high-frequency NLOS monitoring system for heart disease combined with hospital and home. *Future Generation Computer Systems*, 110, 772–780.

**POWER NETWORK RECONFIGURATION with BINARY GRAY WOLF
OPTIMIZATION SEARCH ALGORITHM****Murat ÇIKAN**

Adana Organize Industrial Region Vocational School Technical Sciences, Cukurova
University, Adana, Turkey

ORCID NO: 0000-0001-6723-5769**Assist. Prof. Bedri KEKEZOĞLU**

Department of Electrical Engineering Faculty of Electrical and Electronics Engineering
Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-1202-913X**ABSTRACT**

The purpose of the distribution system reconfiguration is to minimize the active power losses, improve the reliability indices and provide safe operation of the distribution power system within specified limits. In accordance with this purpose, in this study, the binary gray wolf optimization (BGWO) search algorithm is proposed to determine the suitable switching position and reconfigure the system radially. The proposed algorithm is tested in a 16-bus radial power system network. Line losses, bus voltage changes and reliability indexes in the system have been investigated by integrating the renewable energy sources into the network. The proposed method has been compared with the performances of different algorithms presented in the literature.

Keywords: Binary Grey Wolf Optimization, Power Loss, Reliability, Reconfiguration, Distributed Generation

INTRODUCTION

The aim of the reliable electrical energy transfer is to reduce the power losses in the network, keep the bus voltage levels within the permissible ranges and increase the reliable indexes. The network system has to keep stability in case of variation in bus loads or failure in the power system. One of the methods to keep stabilization of the system is to alter the switching positions on the branches. Switching status varies depending on the load condition of the network. Two different switching statuses, sectionalizing switches, and tie-switches are used in the switching process. Determining the appropriate switching positions is a highly complex process due to a large number of candidates switching possibilities.

Distribution network reconfiguration is possible by choosing the right switching position. Thus, power systems can be operated optimally. An important part of the literature studies on this subject is on reducing system losses and the improvement of voltage profiles [1-3]. In addition, the number of publications considering reliability indexes is increasing [4-5]. Many

optimization techniques have been developed to solve the reconfiguration problem. In particular, heuristic approaches have become preferred with their solution speeds and high accuracy rates [6-7].

In this work, Binary gray wolf algorithm is studied in the reconfiguration of the distribution network. The optimum switching positions are determined with the presented method. Line losses and bus voltage changes in the system are studied by integrating the renewable energy sources into the network. Furthermore, 7 reliability indices are examined on the system under consideration. The proposed optimization method is compared with two different methods and the results are presented.

The organization of this paper as follows: In the section 2, the mathematical model is given. In section 3, 16 bus power system is introduced and in section 4, the simulation results are presented. The last part of paper, section 5 is conclusion.

PROBLEM FORMULATION

Minimization of the Active Power Losses

The following recursive equations (Eq. 1-5) are used to calculate the objective function which is required to minimize the power loss in reconfiguration systems [8].

$$P_{i+1} = \sum_{j=i+1}^{N-1} P_{Lj} + \sum_{j=i+1}^{N-1} P_{Loss,j} \quad (1)$$

$$Q_{i+1} = \sum_{j=i+1}^{N-1} Q_{Lj} + \sum_{j=i+1}^{N-1} Q_{Loss,j} \quad (2)$$

N: the number of buses in the network,

$P_{Loss,j}$: real power loss , and $Q_{Loss,j}$: reactive power loss between the branch's bus i and i+1, $P_{L,i}$: real power , and $Q_{L,i}$: reactive power at bus i.

$$P_{loss,i} = \frac{R_i(P_i^2 + Q_i^2)}{|V_i|^2} \quad (3)$$

$$Q_{loss,i} = \frac{X_i(P_i^2 + Q_i^2)}{|V_i|^2} \quad (4)$$

The feeder power loss can be found as in Eq. 5 by summing all losses from the branches:

$$P_{Total, Loss} = \sum_{i=1}^{N_l} k_i \cdot P_{Loss,i} \quad (5)$$

In Eq.5, N_l : total number of branches, k_i : binary number that shows the topological status of the branches, and k_i also represents the status of branch: on/off. If the branch is active (switch is energized), k is equal to 1; otherwise, switch is deenergized ($k=0$). Thus, the normally closed switch can become normally open after optimization.

Operation Constraints:

While the distribution network is being restructured, the physical and electrical values of the system must remain within certain permissible ranges. Voltage values at nodes have to be in specified limits to maintain the power quality.

$$V_{\min}^i \leq V_{\text{bus}}^i \leq V_{\max}^i$$

V_{bus}^i and V_{feeder} are allowed to be $\pm 10\%$ and $\pm 5\%$ of the nominal voltage value, respectively. I_i , Q_i and P_i values should not exceed the maximum permissible range.

Reliability Index

In this section, the related mathematical equations are given to calculate the reliability index of the power system network. [9]. Many reliability indices have been defined for power systems. The most commonly used seven indices are shown in Eq.'s (6-8).

CAIDI: Customer average interruption duration index (hours/customers interruption

$$\text{CAIDI} = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum \lambda_i \cdot N_i} \quad (6)$$

ASUI: Average service unavailability index (p.u)

$$\text{ASUI} = 1 - \text{ASAI} \quad (7)$$

EENS: System expected energy not supplied index (MW hours/year)

$$\text{EENS} = \sum \text{EENS}_i \quad (8)$$

where, U_i : the annual outage time, λ_i : the failure rate and, N_i : the number of customers of load point.

The fitness (objective) function is defined to minimize the line power losses and to improve the reliability indexes. Thus, Eq. 6, Eq. 8 are considered for objective function.

Proposed Optimization Algorithm: Binary Grey Wolf Optimization (BGWO)

Gray Wolf Optimization (GWO) is a mathematical approach based on the hunting behavior of wolf packs [10]. Wolf packs consist of 4 hierarchical parts, including α , β , δ , and ω . In the mathematical model, α , β , and δ are the 3 variables that give the best results in reaching the solution. The hunting strategies of wolves are as follows:

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}_p(t) - \vec{X}(t)| \quad (9)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_p(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (10)$$

where, t is iteration number, $\vec{A}$ and $\vec{C}$ are the coefficients vectors. $\vec{X}_p$ and $\vec{X}$ are position vectors of the prey and grey wolf, respectively. $\vec{A}$ and $\vec{C}$ calculations are as follows:

$$\vec{A}_i = 2\vec{a} \cdot \vec{r}_1 - \vec{a} \quad i = 1, 2, 3 \quad (11)$$

$$\vec{C}_i = 2\vec{r}_2 \quad i = 1, 2, 3 \quad (12)$$

$\vec{r}_1$, and $\vec{r}_2$ are random values between $[0,1]$. $\vec{a}$ is a linearly decreasing value between 2 to 0 depending on the number of iterations. Calculation of the $\vec{a}$ vector as in Eq.13.

$$a = 2 - \text{Iter} \cdot \left(\frac{2}{\text{Iter}_{\max}} \right) \quad (13)$$

The position of the prey in search space cannot be completely predicted. While this situation is modeled mathematically, it is assumed that the best result is provided by alpha, beta, and delta wolves, respectively. The Eq.14 and Eq. 15 are formulas for hunting.

$$\vec{D}_\alpha = |\vec{C}_1 \cdot \vec{X}_\alpha - \vec{X}|, \vec{D}_\beta = |\vec{C}_2 \cdot \vec{X}_\beta - \vec{X}| \quad (14.a)$$

$$\vec{D}_\delta = |\vec{C}_3 \cdot \vec{X}_\delta - \vec{X}| \quad (14.b)$$

$$\vec{X}_1 = \vec{X}_\alpha - \vec{A}_1 \cdot (\vec{D}_\alpha), \vec{X}_2 = \vec{X}_\beta - \vec{A}_2 \cdot (\vec{D}_\beta) \quad (15.a)$$

$$\vec{X}_3 = \vec{X}_\delta - \vec{A}_3 \cdot (\vec{D}_\delta) \quad (15.b)$$

$\vec{A}_1, \vec{A}_2, \vec{A}_3$ and $\vec{C}_1, \vec{C}_2, \vec{C}_3$ vektors are defined in Eq. 11 and Eq.12.

$$\vec{X} = \frac{\vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3}{3} \quad (16)$$

$$X_i^{t+1} = \text{Crossover}(x_1, x_2, x_3) \quad (17)$$

where, x_i is binary vectors [11].

$$X_1^d = \begin{cases} 1 & \text{if } (x_\alpha^d + b_{\text{step}_\alpha}^d \geq 1) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (18)$$

x_α^d : position vector of alpha wolf in space, $b_{\text{step}_\alpha}^d$: binary step in dimension d

$$b_{\text{step}_\alpha}^d = \begin{cases} 1 & \text{if } c_{\text{step}_\alpha}^d \geq \text{rand}(\cdot) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (19)$$

where, $\text{rand}(\cdot)$ is random number. $\text{rand} \in [0,1]$

$$c_{\text{step}_\alpha}^d = \frac{1}{1 + e^{-10(A_1^d D_\alpha^d - 0.5)}} \quad (20)$$

where, $A_1^d D_\alpha^d$ are calculated by using Eq. 9 and Eq. 11. The same formulas with α are applied to calculate β and δ . Thus,

$$X_1^d = \begin{cases} a_d & \text{if } \text{rand} < \frac{1}{3} \\ b_d & \frac{1}{3} \leq \text{rand} < \frac{2}{3} \\ c_d & \text{otherwise} \end{cases} \quad (21)$$

16 BUS DISTRIBUTION POWER SYSTEM

In the context of the study, the power system presented in Fig.1 is taken into account [12]. Total active & reactive powers are 28.7 MW and 17.3 MVar, respectively. The electrical distribution system consists of 13 sectionalizing switches, 16 branches, 3 tie switches and 3 feeders. Base power and base voltage are given 100 MVA and 23 kV respectively. A circuit breaker is placed between the feeder point and the bus while carrying out a reliability analysis of the distribution line. In addition, fuses are placed on each load bus. λ_{branch} is calculated based on the impedance value of the branches. λ_{branch} value is calculated between 0.2 and

PV Power Plant

$$G_{\text{exH}} = G_{\text{ex}} \cos(\phi) \quad (22)$$
$$G_{\text{exH}} = G_0 \left(1 + 0.0333 \cdot \cos\left(\frac{360 \cdot N}{365}\right) \right) \sin(L) \cdot \sin(\delta) + \cos(L) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) \quad (23)$$
$$E_{\text{ex}} = \int_{T_{\text{sr}}}^{T_{\text{ss}}} G_{\text{exH}} dt \quad \left(\frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \right) \quad (24)$$

The output power of the PV module can be calculated using Eq.25. P_{STC} demonstrates the output power of PV's under standard test condition ($25^{\circ}C$ ve 1000 W/m^2), I_s is solar irradiance value.

$$P_{pv} = P_{STC} \cdot \frac{I_s}{G_{STC}} \cdot [1 + \gamma(T_c - T_{STC})] \quad (25)$$

where, γ is temperature coefficient. The operating cell temperature of the PV module is calculated depending on the amount of solar radiation and the ambient temperature [16-17].

$$T_c = T_a + \frac{I_s}{I_{S_{NOCT}}} (T_{NOCT} - 20) \quad (26)$$

where T_{NOCT} : nominal operating temperature of the cell ($^{\circ}\text{C}$), T_a : ambient temperature ($^{\circ}\text{C}$),
In this work, maximum power point tracker (MPPT) efficiency is assumed as 100%.

Mini-Hydropower Plants

The output power of the Mini Hydropower plant can be calculated as in Eq. 27.

$$P_{MH} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T \cdot \eta_G \quad (27)$$

where η_G : generator efficiency, ρ : water density (1000 kg/m^3), Q : flow rate (m^3/s), g : gravitation constant (9.81 m/s^2), η_T : water turbine efficiency and, H : head. The efficiency of a turbine depends on the flow rate.

$$\eta_T = f(Q) \quad (28)$$

The η_T value can be calculated using the manufacturer's catalog values or experimentally [17].

RESULTS

In this study, two different situations are analyzed. In the first case, it has been shown that the BGWO algorithm can be used to reconfigure problem of the distribution network according to the minimum power loss objective function. The proposed algorithm performance is compared with other optimization methods.

In Case 2, the reconfiguration of the distribution power system is studied according to the multi-objective criterion. The electric network system is reconfigured by minimizing the loss of active power and improving the reliability index values. The results obtained for both cases are presented below, respectively.

Case I:

In this study, BGWO algorithm is applied to minimize the power losses of the 16-bus system. The loss of the system at the initial is calculated as 514.03 kW and the minimum voltage value at the initial is 0.968 p.u. Power loss after optimization reduced by 8.90%. After optimization, 7,8 and 16 sectionalizing switches are opened. The results are shown in Table I.

TABLE I: Summary of 16 bus reconfiguration test results

Variables	Before Optimization	After Optimization
-----------	---------------------	--------------------

Ploss	514.0293 kW	468.33 kW
Open Switches	5-11, 10-14, 7-16	8-10, 9-11, 7-16
Vmin	0.968 p.u. (in bus 12)	0.971 p.u. (in bus 12)

The BGWO algorithm has been tested with commonly used statistical approaches such as Root Mean Square Error (RMSE), Relative Error (RE), Standard deviation (STD) and Mean Absolute Error (MAE). The performance of the proposed algorithm is compared with the Binary particle swarm optimization [19] (BPSO) and Adaptive wind-driven optimization (AWDO) algorithms [20]. The results are presented in Table 2.

The population and iteration numbers of the metaheuristic algorithms are 50. All algorithms have been executed 100 times. The results in Table II. demonstrated that BGWO gives the best result statistically.

TABLE II: Comparison results of the optimization techniques

Algorithm Name	STD	%RE	MAE	RMSE	Min. Ploss	Max Ploss	Mean Ploss	% of No Global
AWDO	9.396	1.98920	9.509	13.35	468.3	521.7	477.84	39
BPSO	12.97	0.85538	4.046	13.42	468.3	521.7	472.37	90
BGWO	1.748	0.03724	0.174	1.748	468.3	485.7	468.51	99

Fig.2 shows the graph of the bus voltages before and after the reconfiguration. There is an improvement in the minimum bus voltage value after optimization.

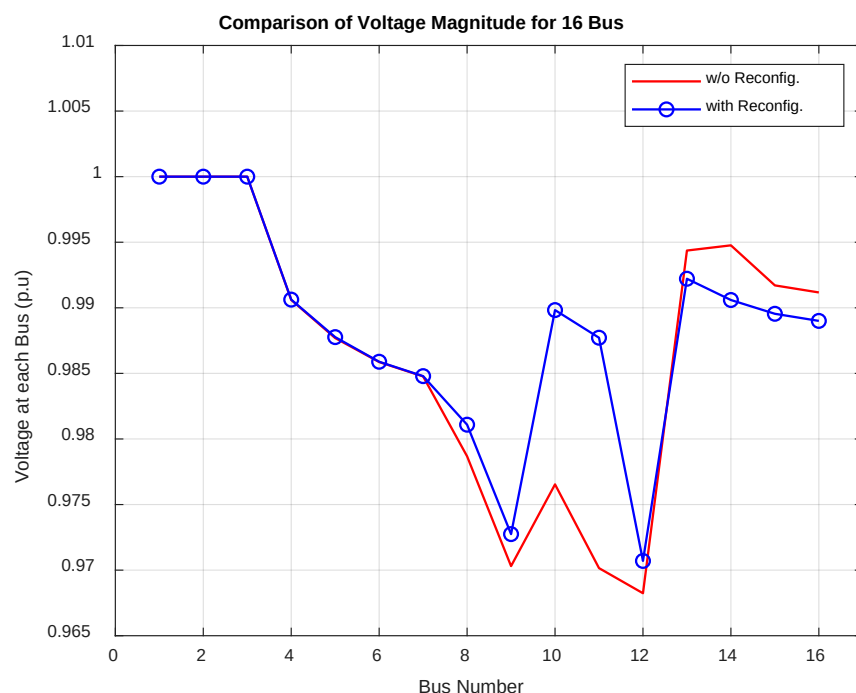


Fig. 2. Voltage Magnitude for Min. Power Loss Configuration.

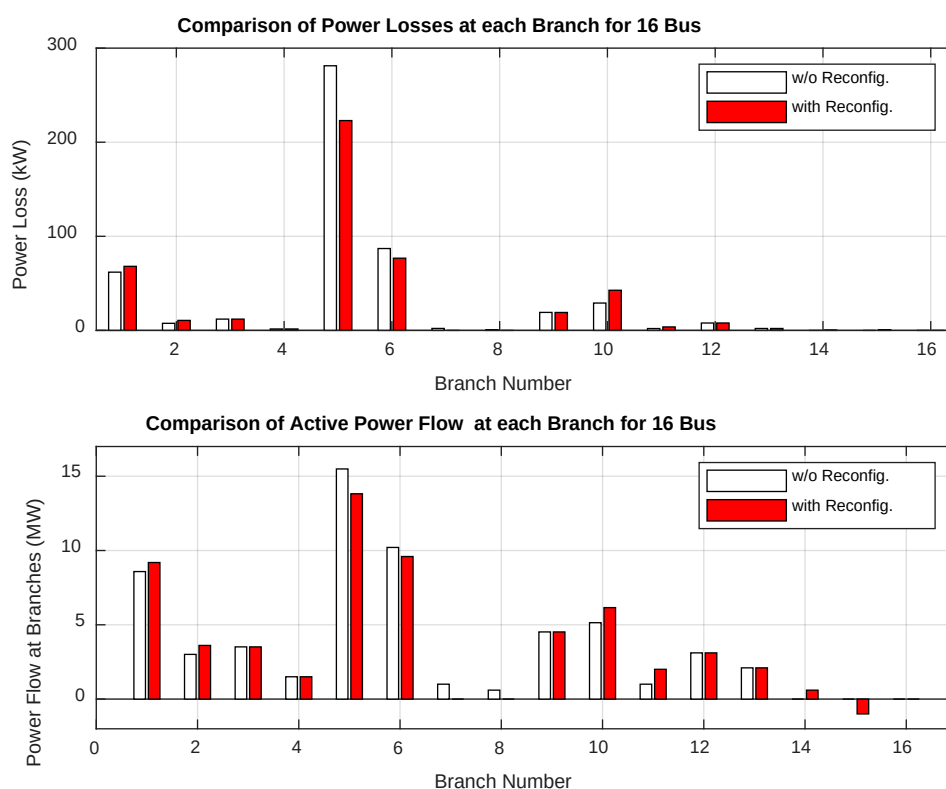


Fig. 3. Before/After Reconfiguration Active Power Losses and Power Flow comparison

Fig.3 shows the power loss variations and active power flow values in the busses before and after the reconfiguration. The reliability index values of the 16-bus distribution network are calculated based on before/after optimization situations. The results are presented in Table III.

TABLE III: Reliability index values of distribution network

Reliability Index	Before Optimization Tie switches: (14-15-16)	After Optimization Tie switches: (7-8-16)
CAIDI (hr/cus.int)	8.239200	8.154900
ASUI (p.u)	0.004284	0.004023
EENS (MW hr/yr)	1.109900	1.000100

Case 2:

In this case, the multi-objective function has been written to improve the reliability index value and to reduce active power losses of the reconfiguration of the distribution power network. [21]. Table IV shows active power losses and the quantification of reliability changes according to various switch positions.

TABLE IV: Dominated & Non-Dominated Pareto Results (* shows non-dominated solution)

Topologies			Power	Reliability Index Results		
Open Lines			Plosses	CAIDI	ASUI	EENS
*(8-10)	(9-11)	(7-16)	468.3304	8.1549	0.00402	1.0001
* (6-7)	(8-10)	(9-11)	481.8154	8.1339	0.00407	1.0138
(8-10)	(5-11)	(7-16)	485.7682	8.2604	0.00412	1.0396
* (8-10)	(9-11)	(15-16)	495.0448	7.9285	0.00410	1.0225
(9-11)	(10-14)	(7-16)	495.9952	8.2388	0.00417	1.0668
(6-7)	(8-10)	(5-11)	499.7782	8.1231	0.00416	1.0533
(8-10)	(15-16)	(5-11)	509.9967	8.1423	0.00419	1.0620
(5-11)	(10-14)	(7-16)	514.0293	8.2392	0.00428	1.1099

The concept of Pareto front optimization provides the decision maker the opportunity of preferences. The minimum power losses, SAIFI and AENS values are obtained when 7,8 and 16 switches are open. Figure 4 demonstrates the 3-dimensional plot of the performances of the objective functions with respect to each other taking into account Table IV.

CONCLUSION

In this work, a proposed multi-objective distribution network reconfiguration is studied considering power loss minimization and reliability improvement indices for a medium voltage power system using BGWO algorithm. Statistical results show that BGWO algorithm reaches the maximum global optimum point with better accuracy compared with other test algorithms. Furthermore, the major contribution of the study, seven (7) reliability indices are

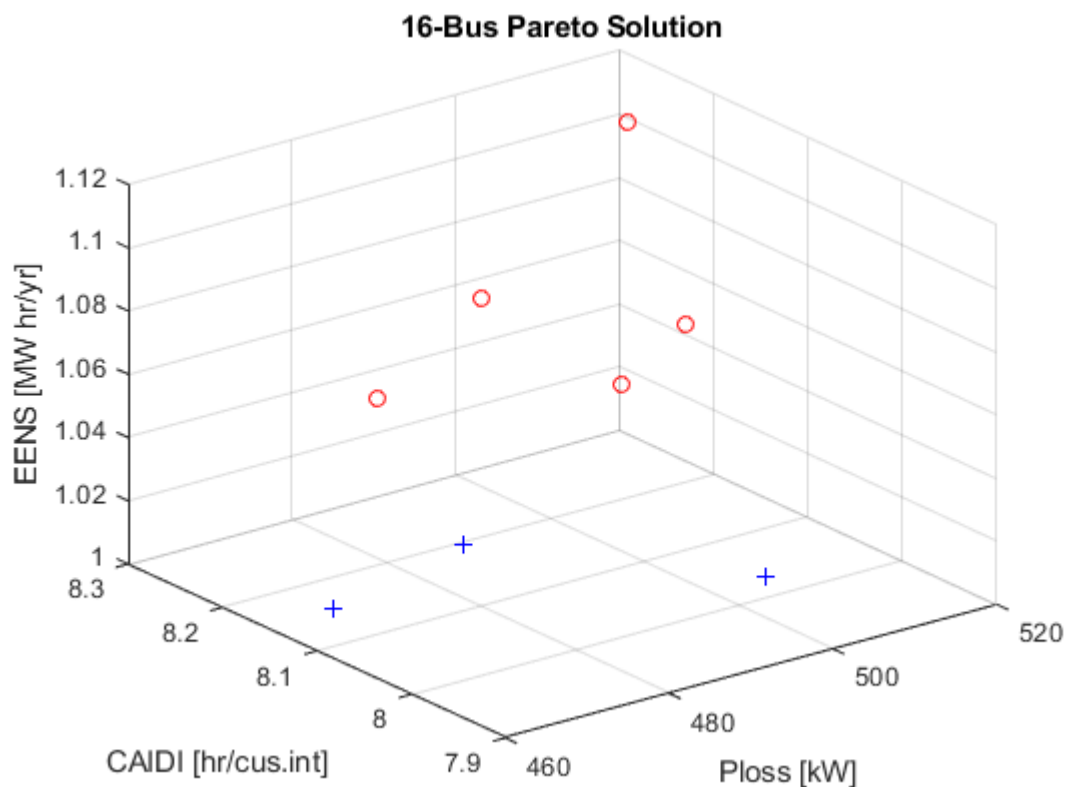


Fig. 4. 16 Bus Pareto Solutions

calculated for each switch status and cases. Considering active power losses SAIFI and AENS indices are demonstrated in the 3-D plot of Pareto solution. In the subsequent works, reconfiguration studies will be carried out considering the criteria such as optimal positions of renewable energy sources and limiting production power values.

REFERENCES

- [1] A. A. Abou El-Ela, R. A. El-Sehiemy, and N. K. El-Ayaat, "Multi-objective Binary Particle Swarm optimization Algorithm for Optimal Distribution System

- Reconfiguration,” in 2019 21st International Middle East Power Systems Conference (MEPCON), 2019, pp. 435–440.
- [2] A. Onlam, D. Yodphet, R. Chatthaworn, C. Surawanitkun, A. Siritaratiwat, and P. Khunkitti, “Power loss minimization and voltage stability improvement in electrical distribution system via network reconfiguration and distributed generation placement using novel adaptive shuffled frogs leaping algorithm,” *Energies*, vol. 12, no. 3, pp. 1–12, 2019.
- [3] V. V. V. S. N. Murty and A. K. Sharma, “Optimal coordinate control of OLTC, DG, D-STATCOM, and reconfiguration in distribution system for voltage control and loss minimization,” *Int. Trans. Electr. Energy Syst.*, vol. 29, no. 3, pp. 1–27, 2019.
- [4] S. G. Kamble, K. Vadirajacharya, and U. V. Patil, “Decision making in power distribution system reconfiguration by blended biased and unbiased weightage method,” *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [5] D. Anteneh, “Reliability Enhancement of Distribution Substation by Using Network Reconfiguration a Case Study at Debre Berhan Distribution Substation,” *Int. J. Econ. Energy Environ.*, vol. 4, no. 2, p. 33, 2019.
- [6] U. Raut and S. Mishra, “Power Distribution Network Reconfiguration Using An Improved Sine Cosine Algorithm based Meta-Heuristic Search monitoring system using IoT View project Multi objective stochastic network reconfiguration View project Power Distribution Network Reconfigurat,” no. April, 2018.
- [7] D. Jakus, R. Čađenović, M. Bogdanović, P. Sarajčev, and J. Vasilj, “Distribution network reconfiguration using hybrid heuristic — Genetic algorithm,” in 2017 2nd International Multidisciplinary Conference on Computer and Energy Science (SpliTech), 2017, pp. 1–6.
- [8] D.-L. Duan, X.-D. Ling, X.-Y. Wu, and B. Zhong, “Reconfiguration of distribution network for loss reduction and reliability improvement based on an enhanced genetic algorithm,” *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 64, pp. 88–95, 2015.
- [9] R. Billinton and R. N. Allan, *Reliability evaluation of power systems*. Pitman Advanced Publishing Program, 1984.
- [10] S. Mirjalili, S. M. Mirjalili, and A. Lewis, “Grey Wolf Optimizer,” *Adv. Eng. Softw.*, vol. 69, pp. 46–61, 2014.
- [11] E. Emary, H. M. Zawbaa, and A. E. Hassanien, “Binary grey wolf optimization approaches for feature selection,” *Neurocomputing*, vol. 172, pp. 371–381, 2016.
- [12] S. Civanlar, J. J. Grainger, H. Yin, and S. S. H. Lee, “Distribution feeder reconfiguration for loss reduction,” *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 3, no. 3, pp. 1217–1223, 1988.

- [13] N. G. Paterakis et al., “Multi-Objective Reconfiguration of Radial Distribution Systems Using Reliability Indices,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 31, no. 2, pp. 1048–1062, 2016.
- [14] A. Kavousi-Fard and M. R. Akbari-Zadeh, “Reliability enhancement using optimal distribution feeder reconfiguration,” *Neurocomputing*, vol. 106, pp. 1–11, 2013.
- [15] T. Khatib and W. Elmenreich, *Modeling of Photovoltaic Systems Using MATLAB: Simplified Green Codes*. Wiley, 2016.
- [16] Y. Tian, M. Benidris, S. Sulaeman, S. Elsaiah, and J. Mitra, “Optimal feeder reconfiguration and distributed generation placement for reliability improvement,” *2016 Int. Conf. Probabilistic Methods Appl. to Power Syst. PMAPS 2016 - Proc.*, 2016.
- [17] J. Radosavljević, *Metaheuristic Optimization in Power Engineering*. 2018.
- [18] R. D. Zimmerman, C. E. Murillo-Sánchez, and R. J. Thomas, “MATPOWER: Steady-State Operations, Planning, and Analysis Tools for Power Systems Research and Education,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 26, no. 1, pp. 12–19, 2011.
- [19] J. Kennedy and R. Eberhart, “Particle Swarm Optimization,” *Neural Networks, Int. Conf. IEEE*, no. 2, pp. 1942–1948, 1995.
- [20] Z. Bayraktar, M. Komurcu, J. A. Bossard, and D. H. Werner, “The wind driven optimization technique and its application in electromagnetics,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 61, no. 5, pp. 2745–2757, 2013.
- [21] J. E. E. Mendoza et al., “Microgenetic multiobjective reconfiguration algorithm considering power losses and reliability indices for medium voltage distribution network,” *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 3, no. 9, pp. 825–840, 2009.

APPENDIX

Table to calculate the Reliability index values of the 16-bus system

Bus No	Bus Data					FUSE		BUS		No of Customer
	P_{Load}	Q_{Load}	B	λ_{Load}	μ_{Load}	λ_{Fuse}	μ_{Fuse}	λ_{Bus}	μ_{Bus}	La
1	0.0	0.0	0	0.0000	0	0.00	0	0.1	6	0
2	0.0	0.0	0	0.0000	0	0.00	0	0.1	6	0
3	0.0	0.0	0	0.0000	0	0.00	0	0.1	6	0
4	2.0	1.6	0	0.1098	5	0.25	3	0.1	6	350
5	3.0	1.5	1.1	0.1438	5	0.25	3	0.1	6	420
6	2.0	0.8	1.2	0.0923	5	0.25	3	0.1	6	330
7	1.5	1.2	0	0.0823	5	0.25	3	0.1	6	250
8	4.0	2.7	0	0.2069	5	0.25	3	0.1	6	470
9	5.0	3.0	1.2	0.2500	5	0.25	3	0.1	6	500
10	1.0	0.9	0	0.0576	5	0.25	3	0.1	6	245
11	0.6	0.1	0.6	0.0260	5	0.25	3	0.1	6	100
12	4.5	2.0	3.7	0.2111	5	0.25	3	0.1	6	430
13	1.0	0.9	0	0.0576	5	0.25	3	0.1	6	230
14	1.0	0.7	1.8	0.0523	5	0.25	3	0.1	6	195
15	1.0	0.9	0	0.0576	5	0.25	3	0.1	6	160
16	2.1	1.0	1.8	0.0997	5	0.25	3	0.1	6	230

A.1. Bus Index Values

A.2. Branches Index Values

Switch Number	NODE		Line DATA		Branches		Circuit Breaker		Switches	
	i	j	R	X	λ_{Brnch}	μ_{Brnch}	λ_{CB}	μ_{CB}	λ_{Switch}	μ_{switch}
1	1	4	0.075	0.100	0.2946	5	0.0	0	0.15	40
2	4	5	0.080	0.110	0.3098	5	0.0	0	0.15	40
3	4	6	0.090	0.180	0.4000	5	0.0	0	0.15	40
4	6	7	0.040	0.040	0.2000	5	0.0	0	0.15	40
5	2	8	0.110	0.110	0.3368	5	0.0	0	0.15	40
6	8	9	0.080	0.110	0.3098	5	0.0	0	0.15	40
7	8	10	0.110	0.110	0.3368	5	0.0	0	0.15	40
8	9	11	0.110	0.110	0.3368	5	0.0	0	0.15	40
9	9	12	0.080	0.110	0.3098	5	0.0	0	0.15	40
10	3	13	0.110	0.110	0.3368	5	0.0	0	0.15	40
11	13	14	0.090	0.120	0.3291	5	0.0	0	0.15	40
12	13	15	0.080	0.110	0.3098	5	0.0	0	0.15	40
13	15	16	0.040	0.040	0.2000	5	0.0	0	0.15	40
14	5	11	0.040	0.040	0.2000	5	0.0	0	0.15	40
15	10	14	0.040	0.040	0.2000	5	0.0	0	0.15	40
16	7	16	0.090	0.120	0.3291	5	0.0	0	0.15	40

A.3. Circuit Breaker Reliability Index Values

NODE		Line DATA		Branches		Circuit Breaker		Switches	
i	j	R	X	λ_{Brnch}	μ_{Brnch}	λ_{CB}	μ_{CB}	λ_{Switch}	μ_{switch}
Utility	1	0	0	0	0	0.2	10	0	0
PV	2	0	0	0	0	0.2	10	0	0
MHP	3	0	0	0	0	0.2	10	0	0

A.4. Feeder Reliability Index Values

Bus No	Bus Data					FUSE		BUS		No of Customer
	P_{Load}	Q_{Load}	B	λ_{Load}	μ_{Load}	λ_{Fuse}	μ_{Fuse}	λ_{Bus}	μ_{Bus}	La
Utility	0.0	0.0	0	0.643	10	0.00	0	0.0	0	0
PV	0.0	0.0	0	0.643	10	0.00	0	0.0	0	0
MHP	0.0	0.0	0	0.643	10	0.00	0	0.0	0	0

DİSTOPIK VIDEO OYUNLARININ MİMARİ DİNAMİKLER ÜZERİNDEN ANALİZİ

ANALYSIS OF DYSTOPIAN VIDEO GAMES THROUGH ARCHITECTURAL DYNAMICS

Dr. Öğr. Üyesi Nihan KOCAMAN PAVLOVIC

Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Alanya,
Antalya.

ORCID NO: 0000-0002-6449-528X

Arş. Gör. Deniz Can VURAL

Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Alanya,
Antalya.

ORCID NO: 0000-0001-5137-5353

ÖZET

Üretici ve tüketici kitlesi düşünüldüğünde günümüzde dünyanın en hızlı büyüyen sektörlerinden biri video oyun sektörüdür. Video oyunları sanat, tasarım, mimari, bilim ve teknolojinin bir arada kullanılmasıyla önemli bir pazarlama ürünü haline gelmiştir. Video oyunları sahip olduğu tema, karakter, ses - görüntü kalitesi, mekan çeşitliliği, grafik unsurlar, sanal gerçeklik içeriği gibi özellikler aracılığıyla birbiriyle yarışmaktadır ve hedef kitle sürekli artan beklentileriyle bu sektörün gelişimini tetiklemektedir.

Profesyonel tartışma platformlarında mimarlık üretimleri ve mimarlık üretimlerine ilişkin eğitimler evrilen dinamikleri ile kendi dengesini bulmaya çalışırken video oyunları uzman olsun olmasın kullanıcılara kendi gerçekliğinin çeşitli biçimlerinde mekan üretimine dair fırsatlar sunmaktadır. Bunun yanında 3 boyutlu olarak tasarlanan mekanlar kullanıcıya sadece bir cephe yüzeyinden bilgi elde etmenin ötesinde, bir çok farklı doğrultudan görsel olarak erişilebilir özelliği ile mekanı tecrübe etme olanağı vermektedir.

Mimarlık eğitiminde ‘digital native’ olarak da adlandırılan öğrenci profili öğrenme yöntemi olarak geleneksel araçları kullan(a)mamaktadır. Bu kapsamda, mimarlıkta eğitim aracı olarak da kullanımı bir süredir sorgulanan video oyunları ‘yeni eski’ olarak adlandırılan distopik içeriğiyle hem tarihi olaylarla ilgili kullanıcıya donanım kazandırmaktadır hem sosyal ve ekonomik bir bağlam içinde tekil mekan ölçeğinden kentsel ölçeğe uzanan çeşitlilikte yapılaşma prensiplerine gönderme yapmaktadır hem de oyun sırasında çevresel öğeler, fiziksel yöntemlerle olduğundan daha fazla duyu organı kullanılarak algılanmakta ve deneyimlenmektedir.

Bu çalışmada öncelikle insanlık tarihinde yaşanan olayların yeniden yorumlanarak geleceğe uyarlanmasıyla üretilen ‘yeni eski’ video oyun kurgusu tarihi kökeni ile birlikte irdelenilerek mimarlık tarihine ilişkin kazanımlar analiz edilmektedir. Sonrasında, distopik bir video oyunu

üzerinden okumalar yapılarak oyunun içeriğinden çözümlenen öğeler mimari dinamiklerle karşılaştırılmaktadır. Elde edilen veriler ışığında, bir üretim aracı olan mimarlığın bir tüketim aracı vasıtasıyla nasıl öğretilbilir olduğuna dair tartışan bu çalışma, dijital dünya standartlarında her alanda olduğu gibi mimarlık eğitiminde de yeni yöntemler bulmak için geliştirilebilir bir seçenek olarak düşünülüp düşünülemeyeceğine ilişkin çıkarımlar yapmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mimarlık Eğitimi, Video Oyunları, Distopya, Eğitim Oyunları

ABSTRACT

Considering the producers and consumers, one of the fastest - growing industries in the world today is the video game industry. Video games have become an important marketing product with the combined use of art, design, architecture, science and technology. Video games compete with each other through features such as theme, character, sound - image quality, venue diversity, graphic elements, virtual reality content, and trigger the development of this sector with the constantly increasing expectations of the target audience.

While the education on the architectural producing processes and architectural productions on professional discussion platforms try to find their balance with their evolving dynamics, video games offer users opportunities for space production in various forms of their own reality, whether they are experts or not. Besides, spaces designed in 3 dimensions allow the user not only to obtain information from a facade surface but also to experience the space with its visually accessible feature from many different directions.

The student profile, also called "digital native" in architectural education, cannot use traditional tools as a learning method. In this context, video games, which have been questioned for a while as an educational tool in architecture, equip the user with their dystopian content called 'new old', both provide users with historical events and refer to the principles of structuring in a variety of individual spaces ranging from the urban scale within a social and economic context. During the process, environmental elements are perceived and experienced by using more sensory organs than with physical methods.

In this study, first of all, "new old" video game fiction produced by reinterpreting the events in human history and adapting them to the future is examined together with its historical origins and the achievements regarding the history of architecture are analyzed. Afterward, readings are made on a dystopian video game and the elements analyzed from the content of the game are compared with the dynamics of architecture. In the light of the data obtained, this study discussing how architecture, which is a production tool, can be taught through a consumption tool, makes inferences as to whether it can be considered as a viable option to find new methods in architectural education as in every field in digital world standards.

Keywords: Architectural Education, Video Games, Dystopia, Educational Games

GİRİŞ

Milenyum çağına girilmesiyle birlikte dijital teknolojilerin kullanımı artmış ve yaygınlaşmıştır. Hayatın her alanına entegre edilen dijital teknolojiler özellikle savunma, iletişim ve sağlık alanlarında son 20 yılda yükselen bir ivme kazanmıştır. Teknolojinin bize sunduğu olanaklar elbette savunma, iletişim ve sağlık alanları dışında da kullanılmaktadır. Dijital teknolojilerin son yıllarda en çok tercih edildiği alanlardan biri de hiç şüphesiz eğitimidir. Öğreticilerin öğrencilerle kurdukları paylaşım ortamlarının sosyal medya platformlarına taşınması, öğreti aktarımı sırasında faydalanan araçlar ve geri bildirim mekanizmalarında tercih edilen dijital yöntemler bunlardan sadece birkaçıdır. Teknolojideki gelişmelere paralel, video oyunları ve benzeri uygulamaların günümüz eğitiminde bir araç olarak kullanılıp kullanılamayacağı uzun süredir tartışılmaktadır ve hatta popüler bir konu olarak uygulamaya başlanmıştır (Tlili vd., 2015). Yapılan çalışmalarda, uygulamalar sonucu, video oyunlarının öğrenme üzerindeki etkileri, anahtar rolü ve video oyunları ile öğrenmenin ne kadar verimli olabildiği analiz edilmektedir (Clark vd., 2016; Kalıncara, 2006; Okur ve Aygenç, 2018).

Geleneksel yöntemlerle ve verilerle sunulan ders ortamları öğrencileri, öğrenmeye direniş göstermeye ve aktarılmaya çalışılanları dinlememeye yöneltmektedir (Dow, 2007; Fallis ve Opatow, 2003) Oyun tabanlı eğitim anlayışı; öğrencilerin öğrenirken dikkatlerini canlı tutmasından, öğrencilerin geleneksel yöntemlerle sınıf ortamında geliştiremedikleri öğrenme yeteneklerini desteklemesinden ve edinilen bilgilerin daha kalıcı olmasından kaynaklı, başarılı bir eğitim aracı olarak değerlendirilmektedir (Liu vd., 2014; Ke, 2016; Griffiths, 2002). Video oyunlarının birçok cihaz ile kullanılabilmesi ve bu cihazların satın alınabilirliği, erişilebilirliği ve tanınırlığı yeni bir öğrenme yolu olarak bu oyunların potansiyelini arttırmıştır (Shuler vd. 2013). Bunların yanında video oyunlarının eğlence değeri sayesinde öğrencilerin öğrenme yeteneklerinde önemli ilerlemeler kaydedebildiklerini de vurgulamak gerekir (Griffiths, 2002; Brooker ve Stone, 2011). Bu çalışma video oyunlarının öğrenme sürecinde, öğrenmeye ilişkin verimliliğin nasıl arttığını ele almaktan çok bir video oyununun mimarlık eğitiminde hangi parametreler üzerinden öğretici özellikler gösterebileceğini ve bunların bir mimarlık dersine nasıl entegre edilebileceğini tartışmaktadır. Özellikle Pandemi sürecinde öğrenciler dışarı çıkamamakta ve projeleri için gerekli alan çözümlemelerini yapamamaktadırlar. Bu sürecin video oyunları aracılığıyla öğrenciye yapı - bağlam ilişkisi üzerinden kazandırılıp kazandırılmayacağını tartışması ve yapı - bağlam ilişkisinin video oyunu içeriğinde irdelenmesi yönünden çalışma önem taşımaktadır.

OYUN EVRENİ

Video oyunları çok farklı açılardan sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma video oyunlarının yazılım ve sürüm kökenli özelliklerine göre yapılabileceği gibi, oyun mekaniklerine, platformlarına, oyuncu profiline ve kavramsal kurgu yapısına göre de oluşturulabilir. Bu çalışmada konu içeriği gelecekçilik kavramı üzerinden tasarlanmış ütopyik

ve distopik video oyunları sınıflandırmasından distopik video oyunları özeli olarak ele alınmıştır. Grosz’a göre ütopyalar siyasi ve kişisel ideallerin gelecek üzerindeki izdüşümleridir ve somutlaştırmanın ütopyalar içinde yeri yoktur (Grosz, 2001). Ütopya, her ne kadar insanların hayalini kurduğu “mutlu” ve “iyi bir yer” fikrini çağrışırsa da aynı zamanda bir var olmamış / var olamayacak oluşturmaya ve bu nedenle gerçekleşemez (Grosz, 2001). Bunun yanında distopyalar genellikle anti-ütopyalar olarak da bilinen bir karşıtlıkla ütopyik gelecek anlayışının antitezini tanımlamada kullanılır (Kłosiński, 2018). Distopyalar geçmişte yaşanmış ve genellikle toplum belleğinde iz bırakmış yıkıcı olayların farklı bir gelecek algısı içinde tekrar kurgulanması ve bu kurguda geçmişe yönelik tarihsel referanslar barındırmasıyla öne çıkar (Graham, 2016). Bu anlayışla sinemada olduğu gibi video oyunları içerisinde de ‘yeni eski’ olarak bilinen bir yaklaşım ortaya çıkmıştır (Sicher ve Skradol, 2006). ‘Yeni eski’ yaklaşımıyla kavramsal kurgularını tanımlayan akımlar arasında en dikkat çekici olanı *Steampunk*’tır. Steampunk içeriğinde Victoria Dönemi İngiltere’sinde şekillenen endüstriyel çağa ait mekanik aletlerden, bu çağın simgesi olan buharlı makineler, hatta 1800’lerin giyimine kadar birçok referans taşımaktadır (Bowser ve Croxall, 2016’dan aktaran Tunç, 2019). ‘Yeni eski’ kavramı çevresinde şekillenen distopik bir oyunun, ütopyik bir kurguda oluşturulmuş bir video oyununa kıyasla daha öğretici olduğu yargısına varılarak çalışmada video oyunlarının mimari dinamikler üzerinden analiz edilebilmesi için oyun evreni Steampunk akımı temel alınarak distopik içerikle kurgulanmış bir oyun olan Frostpunk seçilmiştir (URL 1). Frostpunk; 11 Bit Studios tarafından 24 Nisan 2018 tarihinde piyasaya sürülmüş distopik içerikli bir video oyunudur (URL 2). Oyun, bir hayatta kalma mücadelesi ile birlikte şehir kurmaya yönelik temel fakat girift stratejileri içermektedir.

OYUN DİNAMİKLERİ

Frostpunk video oyununun distopik kurgusu, oyun evreninin bilim kurgu türlerinden biri olan Steampunk akımı temel alınarak oluşturulmasından kaynaklanmaktadır.¹ Tanımlandığı dönemden farklılaşmasını sağlayan fütürist tarafı, H. G. Wells ve Jules Verne’nin eserlerinde de karşılaşılan döneminin ötesindeki teknolojik öğelerden, var olmamış ve bilinen bir tarihte yaşanmamış koşulları içermesinden ileri gelmektedir (Sevin, 2018). Sevin’e (2018, s.36) göre ayrıca *kurgusal teknolojilerin büyüğü* olarak nitelendirilen öğelere buharla çalışan makineler ve robotlar², mekanik bilgisayarlar, zeplinler/hava gemileri³ ve balonlar⁴ örnek olarak verilebilir. Saatler, kadrantlar, çarklar/dişliler, çelik, pirinç ve bakır malzemeler gibi Steampunk akımının üslubunu temsil eden öğeler de hem oyundaki yapılarda hem de oyun karakterlerinin kıyafetlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. “Steampunk teriminin kalbini,

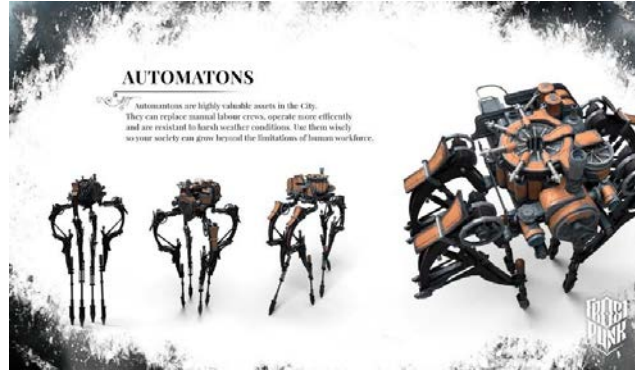
¹ 11 Bit Studios firmasının kurucuları/geliştiricileri ile oyun üzerine yapılan röportaj için bakınız: <https://www.makinggames.biz/game-design/the-making-of-frostpunk-interview-with-11-bit-studios,2335285.html>

² Buharla çalışan makineler ve robotlar oyunda karşımıza *Otomatonlar* (Automaton) olarak çıkar.

³ Örneğin oyunda beslenme ihtiyacını karşılamak için kullanılan *Avcı Hangari* (Hunter’s Hanger) zeplin şeklindedir.

⁴ Oyun içerisinde kentin yakın ve uzak çevresini keşfetmek, hava durumunu gözlemlemek ve şehrin konumunu belirten bir ışık kaynağı oluşturmak gibi eylemler için *İşaretçilerin* (The Beacon) kurulması gereklidir.

elektronik öncesi teknolojinin damar yolları beslemektedir. Sokaklarında gaz lambalarının yandığı neredeyse hemen her dünyayı tanımlamak için kullanabileceğimiz en kısa yol Steampunk evreni olmaktadır (Sevin, 2018, s.42)’’.



Şekil 1: Otomaton görseli (URL 3).



Şekil 2: Avcı hangarı ve işaretçi görseli (URL 3).

“Alternatif bir gerçeklikte geçen oyunda ana oyun mekaniği, tüm dünyada insanlığın sonunu getiren doğal afetlerle tetiklenen bir buzul çağında oyuncunun korumak ve geliştirmekle yükümlü olduğu bir sığınığın/şehrin yönetimidir (Tunç, 2019, s. 82)”. Oyun farklı anlatılar ve yerleşim dokuları üzerinden kurgulanmış seçenekli senaryolara sahiptir. Her senaryo farklı bir kent ismi ile anılmakta ve bu isimler oyuncu tarafından belirlenebilmektedir ancak senaryoların çeşitlenmesi oyunun temel öğelerini etkilememektedir.

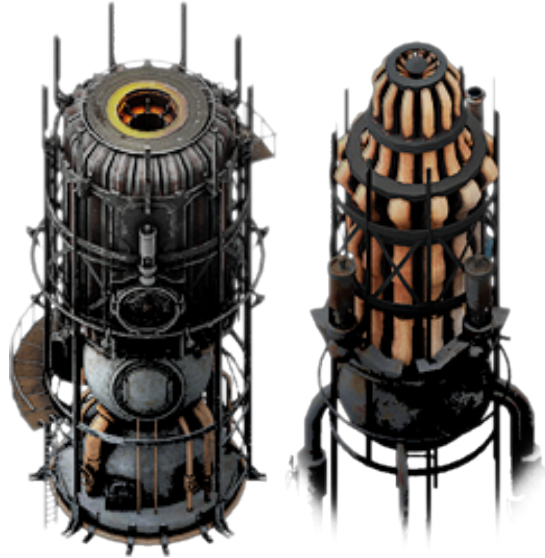


Şekil 3: Farklı senaryolara ait yerleşim dokuları (URL 4).

Her kent, merkezinde *Jeneratör (Generator)* olarak adlandırılan ve donmuş bir dünyadan geriye kalan her şeyi sıcak, hayatta ve işler durumda tutan ana öğeye sahiptir. Kenti oluşturan diğer öğeler, merkezdeki jeneratörü dairesel olarak saran adalar ve bu adaları ısınsal olarak jeneratöre bağlayan akslar şeklinde genişler. Jeneratör, ısı kaynağı olmakla birlikte bu ısıyı kentin uzak noktalarına ulaştırmak için geliştirilmek⁵ ve daha zorlu hava koşullarında işler kalmak için güçlendirilmek zorundadır. Bununla birlikte jeneratör, belirli bir gelişim kapasitesine sahip olduğu için, *Buhar Merkezi (Steam Hub)* adı verilen elemanlar ısının dağıtımında yardımcı kaynak görevini görmektedir. Buhar merkez(ler)i yollar aracılığıyla jeneratöre bağlanmakta ve aktif kalmaktadır. Bu girdiler, oyuncu tarafından, içinde bulunan oyun senaryosunun sürekli olarak organize edilmesini gerekli kılmaktadır.



Şekil 4: Jeneratör ısı bölgesi ve yayılımı görseli (URL 3).



Şekil 5: Jeneratör ve buhar merkezi görseli (URL 3).

Oyundaki ana kaynaklar kömür, çelik ve ahşap malzemeler olmakla birlikte insanlar ve makineler de bu kaynakların toplanması ve işlenmesi için gerekli olan işgücünü

⁵ Jeneratörün menziline arttırılması gerekmektedir.

oluşturmaktadır. Kömür, temel yaşam kaynağını işler durumda tutması nedeniyle kaynaklar arasında en önemli olanıdır. Ahşap ve çelik, yapıların ve yapılar arası bağlantı elemanları olan yolların oluşturulmasında kullanılırlar. Ahşap ve çelik kullanım yoğunluğu, yapılardaki yalıtım seviyelerini etkileyen ana faktörlerdir. Bu da yerleşim ve yol düzenlemesinde doğrudan belirleyici olmalarının yanı sıra dolaylı olarak da yalıtım seviyeleri ile yerleşim pratiklerini etkilemektedir. Ana kaynakların elde edilmesi oyun senaryolarının başlangıç seviyesinde doğal çevrede hazır bulunanların toplanması şeklinde gerçekleşirken oyuncunun senaryoyu ilerletmesiyle yerini bu kaynaklara ulaşılmasını sağlayan yapılara bırakmaktadır.



Şekil 6: Ekonomi ve ana kaynaklara ilişkin görsel (URL 3).

İnsanlar, Frostpunk evrenindeki temel işgücünü oluştururlar. Herkesin çalışmak zorunda olduğu kurguda *İşçiler (Workers)* ve *Mühendisler (Engineers)* şeklinde bir ayrım söz konusudur. Bununla birlikte çocuklar ve yaşadıkları sağlık sorunları nedeniyle çalışamaz durumda olup bakıma ihtiyacı olanlar da bu toplumsal kurguyu çeşitlendirmektedir. Oyun kurgusu gereği uzmanlık ve teknik bilgi gerektiren işlerde⁶ mühendisler görev yaparken işçiler için böyle bir durum söz konusu değildir. Çocuklar için ise seçim kararı oyuncuya bırakılmaktadır. Oyuncu, çocukları işçi olarak görevlendirebilmekte ya da eğitim alarak mühendis çırağı olmalarını belirleyebilmektedir. Bunun için oyunun içeriğinde tanımlanan *Kanun Kitabı'nı (Book of Laws)* kullanır.

⁶ Oyun kurgusunda atölyede bilim üretmekten revirde hastalarla ilgilenmeye kadar uzmanlık ve teknik bilgi gerektiren işler tanımlanmıştır.



Şekil 7: Mühendis, çocuk ve işçi görseli (URL 4).

Diğer bir işgücü olan makineler, oyun kurgusunda karşımıza otomatonlar olarak çıkar. Otomatonların, insan işgücüne olan ihtiyacı azaltmak, kesintisiz çalışabilmek ve ortam koşullarından etkilenmemek gibi avantajları bulunmaktadır.

Oyundaki yapı türleri farklı başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Yaşam, sağlık, gıda, kaynak ve teknoloji birimleri ile kamu binalarını içeren yapılar, yapı malzemesi (ahşap, çelik ve ahşap-çelik), yalıtım seviyesi ve yaşam koşulları gibi farklılıklar barındırır. Ayrıca oyunda toplumun tepkilerinin takip edilebileceği ve oyuncunun kenti ne kadar başarılı yönettiğini ölçebileceği *Umut (Hope)* ve *Huzursuzluk (Discontent)* seviyeleri bulunmaktadır. Umut ve huzursuzluk seviyelerinde de yapı türlerinin kullanım miktarı ile şekilleri önem kazanmaktadır. Toplumun daha iyi yalıtılmış birimlerde yaşaması, kentte meydanların ve bahçelerin bulunması, çocuklar için barınakların tasarlanması ya da bakıma ihtiyacı olanlar için bakım evlerinin inşa edilmesi gibi eylemler huzursuzluk seviyesini düşürürken; umut seviyesini artırıcı etki yaratır. Kent öğelerinden olan yolların inşası da kentte bulunan yapıların Jeneratör'e bağlanmasını sağlayarak onları kullanılabilir hale getirir. Oyuncu, hem yapıları hem de yolları yıkıp yeniden yapma, düzenleme, özelleştirilmiş/tasarlanmış alanlar oluşturma seçeneklerine sahiptir.



Şekil 8: Oyun içi görselleri; soldan sağa doğru yollar/yerleşim ağı, bahçe ve meydan.

Kanun Kitabı (Book of Laws) ise oyuncunun yasalar çıkararak kentin ayakta kalmasını, gelişmesini ve toplumun umut-huzursuzluk durumunu düzenlemesini sağlar. Bu yasaların olumlu etkileri olabileceği gibi olumsuz etkileri de olabilmektedir. Bir takım yasalar toplumun belirli bir zümresinde umut seviyesini artırırken diğer bir zümrede huzursuzluğu artırarak karşı tepki yaratabilmektedir. Bu bölüm kanun kitabının *Adaptasyon (Adaptation)* kısmını oluşturmaktadır. Kanun kitabının ikinci bölümünü ise *Amaç (Purpose)*'tir. Bu bölüm,

kitabın huzursuzlukla mücadele ederken umudu canlı tutmak için kullanılan kısmıdır. Oyuncu, izlenecek iki yoldan birini seçerek ona uygun yasaları uygulamaya koyar. Bu iki yol *İnanç (Faith)* ve *Düzen (Order)*'dir. Seçilen yol, sadece yasaları değil oyunun o noktadan sonraki inşai süreçlerini de belirler. Düzeni seçerek ilerleyen bir oyuncu gözcü kulesi, muhafız üssü, hapishane ve yaymaca merkezi gibi yapılar inşa edebilirken, inancı seçen bir oyuncu ibadethane, dua evi ve iyileş(tir)me evi gibi yapıları kentine kazandırır. Oyuncunun amaç kısmını seçip seçmeyeceği ya da ne zaman seçeceği yine kendisine ve kentinin gelişimine bağlıdır.



Şekil 9: Düzen ağacı, kanun kitabı temsili görseli (URL 5).

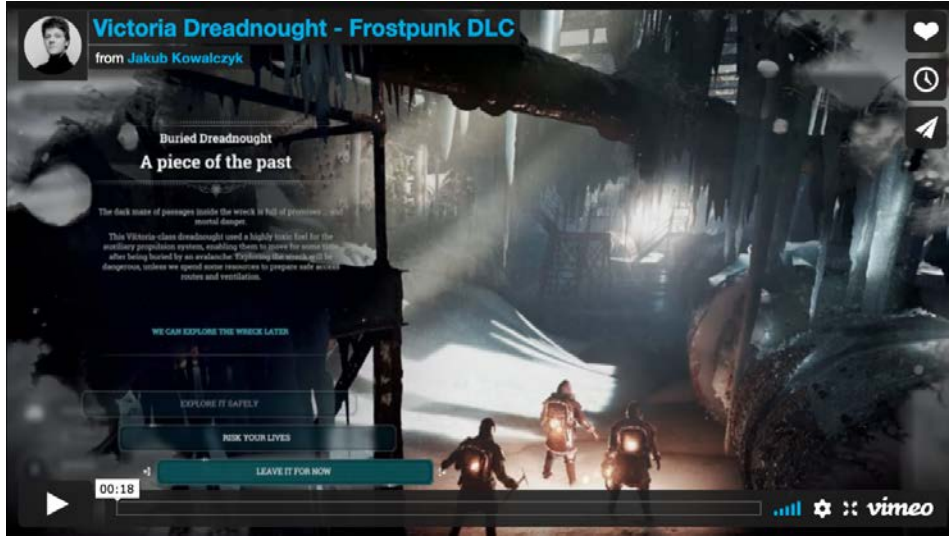
MİMARİ DİNAMİKLER

Mimarlık eğitiminde mimari tasarım projesi dersleri, tüm teorik ve uygulamalı dersler içinde önemli bir ağırlığa sahiptir (Pavlovic, 2020). Dört yıl süren mimarlık eğitimi boyunca her dönem bir mimari tasarım problemine yönelik proje üretmek öğrenciler için en karmaşık süreçlerden biridir. Mimari tasarım projesi üretmek sadece hacimsel ve biçimsel olarak kararlar alarak bir yapı tasarlamak değildir. Mimari tasarım projesi üretmek aynı zamanda teknik bilgiye ve malzeme bilgisine dayalı, sosyal, ekonomik, tarihi ve kültürel değerlerin göz önünde bulundurulduğu ve yasal düzenlemeler ile uyumlu bir proje oluşturmak anlamına gelir. Bu çok yönlü projelere çoğunlukla tasarımın oluşturulacağı çevredeki değerler irdelenerek, kavramsal bir yaklaşım ve/veya bir üslup ile başlanır.

Çalışmada mimari tasarım projelerinde yer alan ana değişkenlerden; i) Tarihsel bağlam; ii) Çevresel ve mekânsal bağlam; iii) İşlev ve mekan organizasyonu; iv) Teknik yaklaşım; v) Sosyal ve ekonomik yaklaşım başlıkları ele alınmıştır. Bunlara göre oyun kurgusunda yer alan dinamikler mimari tasarım projeleri üretim süreci dinamikleriyle karşılaştırılmıştır.

Tarihi Bağlam

Mimari tasarım stüdyolarında yapı ya da yapı gruplarının konumlandırılacağı çevrede tarihsel bağlama dayalı bir araştırma yapılması ve bu kapsamda çıkarımlar elde edilmesi beklenir. Bu araştırmalar öğrencilerin hem tarihi değerleri öğrenmesine hem de yapıları çevrede hali hazırda bulunan kültürel mirasa yönelik kararlar almasına ilişkin kazanımlar sağlar. Frostpunk video oyunu, oyunun 19. yüzyıl İngiltere'sinden aldığı referanslar ile birlikte öğrencilere mimarlık eğitiminde çoğunlukla teorik olarak kazandırılmaya çalışılan mimarlık tarihi derslerini daha farklı bir açıdan deneyimleme ve algılama olanağı sunar.

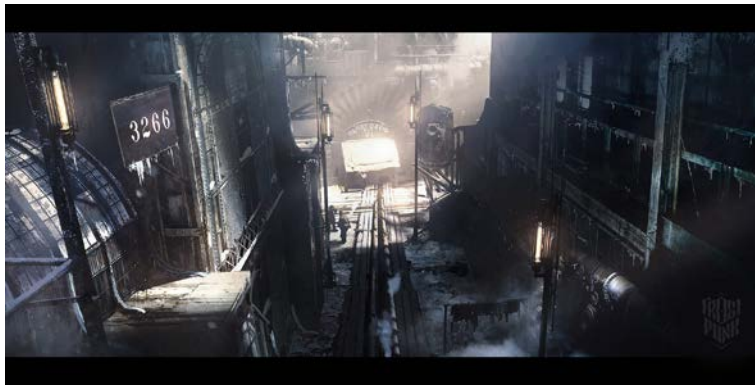


Şekil 10: Tarihi referansları anlatan bir video (URL 6).

Oyunda 19. yüzyıla ait referanslar sadece mekan ölçeğinde kalmamış, karakterlerin kıyafetlerinden, toplumsal yapının şekillenmesine kadar öğeler arasında tutarlı bir ilişki kurulmuştur. Özellikle buharlı makineler ve bu makinelerin sürekliliği için gerekli kömürün sağlanması oyuncuyu, oyun kurgusunda tarihsel olayların dizilimi hakkında çok gerçekçi çıkarımlara sürüklemektedir.



Şekil 11: Kömür madeninden bir görsel (URL 6).



Şekil 12: Kent dokusundan bir görsel (URL 6).



Şekil 13: Karakterlerin kıyafetlerinden bir örnek (URL 6).

Çevresel ve Mekânsal Bağlam

Mimari tasarım projelerinde öğrencilerin tasarıma başlamadan önce çevresel ve yapısal verileri çok detaylı bir şekilde çözümlemesi beklenir. Ancak bu sayede tüm ihtiyaçları karşılayabilen, çevresiyle uyumlu ve sürdürülebilir bir proje tasarlanabilir. Ne yazık ki, 2020 yılında yaşanan Pandemi nedeniyle çoğunlukla öğrencilerin proje alanlarını ziyaret ederek alana ilişkin sürekli bir gözlem yapma ve bu gözlemler aracılığıyla tasarımlarında kullanabilecekleri yargılara varma olanakları olmamıştır. Video oyunlarının bu anlamda sunduğu dijital gerçeklik deneyimi oldukça önem kazanmaktadır. Frostpunk oyununda seçilen senaryoya göre değişen topografya ve doğal çevrenin kendine ait dokusu, iklim koşulları, bu koşulların gereklilikleri, her kentin merkezinde yer alan jeneratör, jeneratörü dairesel olarak saran adalar ve bu adaları ııınsal olarak jeneratöre bağlayan akslar mimari tasarım projesinde kullanılan çevresel ve mekânsal bağlam dinamikleri ile benzerlik taşımaktadır.



Şekil 14: Oyundan bir yerleşim görseli.

İşlev ve Mekân Organizasyonu

Mimari tasarım projeleri üretim sürecinde yapı ya da yapı gruplarına ait mekan ve insan ilişkilerinin kurulması ve kullanıma yönelik işlevlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bir yapının işlev şeması ve ihtiyaç listesi hazırlanırken mekanların birbiriyle oluşturduğu ara yüz ve bu mekanların kente katkısı sürekli olarak sorgulanmalıdır. Bu anlamda Frostpunk oyunu yapılaşma sürecinde koşul olarak tanımladığı ölçütlerin işlev ve mekan organizasyonuna yansıtılması için oyuncuyu teşvik etmektedir. Bunun sağlanamaması durumunda oyun

dengeleri başarısızlığa doğru bozulacağından, işlev ve mekan organizasyonunda kurulması gerekli tutarlılığa oyuncunun dikkatini çekmektedir.



Şekil 15: Yapı türlerinden örnekler (URL 6).



Şekil 16: Bir yapı örneği (URL 6).

Teknik Yaklaşımlar

Mimari tasarım projelerinde üst yapı kadar alt yapı sistemleri de önemlidir. Bunların yanında yapıların işlevlerine ve tasarım yaklaşımlarına göre şekillenen taşıyıcı sistem, malzeme ve yapı elemanlarının özellikleri öğrencilerin aldıkları kararlar doğrultusunda yapacakları detaylı araştırmalar ile şekillenmektedir. Frostpunk oyununda basit makinalardan karmaşık sistemlere uzanan çok çeşitli teknolojilerin bir arada ve bir izlem doğrultusunda kullanılması gerekmektedir. Bu da oyuncuyu bu teknolojilerin tekil ve ortaklaşa nasıl işlediği ile ilgili düşünmeye, teknolojileri anlamaya ve uygulamaya yöneltmektedir. Bunların yanında yapıların ısıyla olan doğrudan ilişkilerinde yalıtıma yönelik kararlar almak ve bunları uygulamak oldukça önemlidir.



Şekil 17: Oyunda kullanılan teknik elemanlara ait örnekler (URL 6).

Sosyal ve Ekonomik Yaklaşımlar

Mimari tasarım projelerinde özellikle yapının üretileceği konuma yönelik çözümlerler sırasında öğrencilerden mevcut sosyal ve ekonomik koşullarla ilgili bir araştırma yapması beklenir. Bu araştırmalar sırasında bölgenin demografik yapısından gelir kaynaklarına kadar detaylı bir inceleme yapılması öğrencilerin sunulacak önerilerde daha gerçekçi ve sürdürülebilir fikirler üretmesini sağlar. Frostpunk oyununda, oyuncunun fiziksel ölçekte aldığı kararların topluma yansımaları izlenebilmektedir. Bu da gerçekte olduğu gibi bir yapının sadece kütesel olarak var olmasından ziyade yapının sahip olduğu karakter, temsil ettiği değerler, topluma sosyal ve ekonomik katkıları kapsamında anlam kazanmaktadır. Oyun, oyuncunun mimari bir projeyi çok yönlü olarak ele alması açısından olumlu katkılar sunmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Z kuşağının içine doğduğu internet ortamını bir oyun ara yüzü ile deneyimletmek, yalnızca eğitim pratiklerini destekleyecek nitelikleri ve potansiyelleri açısından değil, değişen ve dönüşen eğitim pratiklerinde yeni bir deneysel yol olması açısından da değerlidir. Oyunda sunulmakta olan farklı senaryolar, özünde, çözümlenmesi beklenen birer tasarım problemidir. Senaryolar ve yerleşim parametreleri üzerinden düşünüldüğünde oyun, tasarım derslerinde uygulanabilecek bir “çalışma yöntemi”ne dönüşebilir. Öğrenciler, verilen tasarım problemini yerleşimler üzerinden sorgulamaya ve çözmeye çalışabilir. Frostpunk isimli video oyununun, yerleşim tabanlı oynanma süreci (birimlerin ısıtıcıya göre konumlanması, yol bağlantıları yapılmadan birimlerin çalışmaması ve kullanılamaması, birimlerin ısı yalıtım özelliklerinin yerleşim yaklaşımlarında önemli taşıması vb.) mimarlık eğitimi kapsamında mimarlık öğrencilerine aktarılan “vaziyet planı” çalışmalarına yeni nesil bir kavrayış sunabilir. Sanal

ortamda yerleşimi etkileyen dinamikler, fiziksel ortamdaki dinamiklerin aynısı olmasa da vaziyet planı çözümlemelerini destekleyebilecek niteliktedir ve bu özelliği ile değişen ve dönüşen mimarlık eğitiminde önemli bir rol üstlenebilir.

Oyun, kentsel yerleşim parametrelerini çok yönlü olarak deneyimlemek açısından da önemlidir. Mimarın, majör aktörlerden biri olduğu ve disiplinler arası etkileşimin belirginlik kazandığı kentsel tasarım karar süreçleri düşünüldüğünde, oyunun kullanıcıya sosyal yapılanma farkındalığı kazandırması, karar verici bir kimlik ile düşünmeye yönlendirmesi ve alınan çeşitli kararların yerleşim stratejileri ile birlikte sanal kentin yaşantısını şekillendirmesi bu düşünceyi destekler niteliktedir.

Gelecek çalışmalarda, Pandemi nedeniyle mekan - bağlam ilişkisinin aktarılmasında karşılaşılan olumsuzlukların ve bu ilişkiyi kavramada karşılaşılan zorlukların aşılması adına oyun bir ders aracı olarak kullanılabilir. Vaziyet ve bağlam çözümlemesini içeren ilk üç haftalık süreçte oyun yürütücü ya da yürütücüler kontrolünde tanımlı görevlerin gerçekleştirilmesi, paylaşılması ve sunulması şeklinde kazanım sağlanan bir tasarım ürününe dönüşebilir.

KAYNAKLAR

- Bowser, R. A. ve Croxall, B.** (2016). Steampunk: Pasts, Presents, and Futures. University of Minnesota Press, Minneapolis/Londra.
- Brooker, G., ve Stone, S.** (2011). İç Mekan Tasarımı Nedir? (Z. Y. Halu, Trans.). İstanbul: Yem Yayınları.
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., ve Killingsworth, S. S.** (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. Review of educational research, 86(1), s.79-122.
- Dow, R. R.** (2007). Passing time: An exploration of school engagement among Puerto/Rican Girls. Urban Rev. 39(3), s.349–372.
- Fallis R. ve Opotow, S.** (2003). Are students failing school or are schools failing students? Class cutting in high school. J. Soc. Issues 59(1), s.103–119.
- Graham, S.** (2016). Vertical noir, City, 20:3, s. 389-406.
DOI:10.1080/13604813.2016.1170489
- Griffiths, M. D.** (2002). The educational benefits of video games. Education and health, 20(3), s.47-51.
- Grosz, E.** (2001). Architecture from Outside. Essays on Virtual and Real Space. Cambridge, MA: The MIT Press, s.75.

- Kalınkara, V.** (2006). Tasarım ve Dekorasyon. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Ke, F.** (2016). Designing and integrating purposeful learning in game play: A systematic review. Educational Technology Research and Development, 64(2), s.219-244.
- Kłosiński, M.** (2018). Games and Utopia. Acta Ludologica, 1(1), s.4-14.
- Liu, M., Rosenblum, J. A., Horton, L., ve Kang, J.** (2014). Designing science learning with game-based approaches. Computers in the Schools, 31(1-2), s.84-102.
- Okur, M. ve Aygenç, E.** (2018). Video Games as Teaching and Learning Tool for Environmental and Space Design. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14(3), s.977-985. DOI: 10.12973/ejmste/80932
- Pavlovic, M.** (2020). An Experimental Approach to the Sophomore Architectural Design Studio. Civil Engineering and Architecture, 8(5), 942 - 949. DOI: 10.13189/cea.2020.080521
- Shuler, C., Winters, N., West, M.** (2015). The Future of Mobile Learning: Implications for Policy Makers and Planners, published by United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Sevin, B.** (2018). *Edebiyat, Sinema, Mekân Arasındaki Geçişgenlik Üzerine Bir Araştırma: Steampunk ve Siberpunk'in Farklı Tasarım Sahalarındaki İzdişimleri*. Yüksek Lisans Tezi. Yayın Yeri: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sicher, E. ve Skradol, N.** (2006). A World Neither Brave Nor New: Reading Dystopian Fiction After 9/11,' Partial Answers: Journal of Literature and the History of Ideas 4, no. 1, s.151–179.
- Tlili, A., Essalmi, F., Jemni, M.** (2015). A mobile educational game for teaching computer architecture, in International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2015), s. 161–163.
- Tunç, O.** (2019). *Sanat Tarihinin Yeniden Yorumlanması Yöntemiyle Gerçeküstü Bir Oyun Kavram Tasarımı*. Sanatta Yeterlik Tezi. Yayın yeri: Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- URL 1:** <https://fanzade.com/pandora/bilim-kurgu/steampunk-nedir/>
- URL 2:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Frostpunk>

URL 3: <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=1589396324>

URL 4: <https://www.artstation.com/artwork/lwarz>

URL 5: <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=1589396324t>

URL 6: https://www.artstation.com/search?q=frostdpunk&sort_by=relevance

OBEZİTELİ TİP 2 DİABETS MELİTUSLU HASTALARDA D VİTAMİN VE İNSÜLİN DİRENCİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF VITAMIN D LEVELS AND INSULIN RESISTANCE IN
PATIENTS WITH OBESITY TYPE 2 DIABETICS MELITUS

Doç. Dr. Nihayet BAYRAKTAR

Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD

ORCID NO: 0000-0002-5745-9678

Dr. Mustafa BAYRAKTAR

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İç Hastalıklar ABD

ORCID NO: 0000-0002-0352-0904

Uzm. Diyetisyen Hasip TAŞ

Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD

ORCID NO: 0000-0001-9998-1264

Mehmet ENEŞ

Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD

ORCID NO: 0000-0001-6395-4942

ÖZET

Giriş ve Amaç: D vitamini eksikliği, obez ergenlerde sık görülür ve insülin direnci için risk faktörüdür. Araştırmalara göre, aşırı kilo veya obezite insülin direncine neden olmaktadır. Özellikle, bel çevresindeki fazla yağın primer sebep olabileceği düşünülmektedir. Bel ve göbek bölgesinde yoğunlaşan yağ dokuları insülin direnci, yüksek tansiyon, dengesiz kolesterol özellikle tip 2 diabetes mellitus ve kardiyovasküler hastalık gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilen hormonları ve diğer maddeleri üretmektedir. Vücuttaki D vitamini eksikliği, insülin direncine etki edebilmektedir. Bu nedenle, glikoz toleransında oynadığı role bağlı olarak insülin direncine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Bu amaçla obezite tip 2 diabetes mellitus hastalarında D vitamini ve insülin direnci düzeyleri araştırılmış ve bu değerler arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metod:

Çalışmamız Harran Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi ne başvuran yerleşimsel kilo verme programı uygulanan 92 obeziteli tip 2 DM'lu hasta seçildi. 57'si kadın; yaş ortalamaları (44 ± 18 yıl) ; 35'i erkek; yaş ortalamaları (48 ± 12 yıl). Sağlıklı kontrol grubu olarak hiçbir kronik hastalığı olmayan 80 sağlıklı kişi 45'si kadın; yaş ortalamaları (40 ± 19 yıl); 35'i erkek; yaş ortalamaları (49 ± 11 yıl) çalışmaya dahil edildi. Bu gruplarda açlık serum 25-OH D

vitamini (25-OH-D), insülin, glukoz, HbA1C ve CRP seviyeleri ölçüldü ve hastalarda ayrıca vücut kompozisyonu; vücut kitle indexleri = kg/m² formülü kullanılarak hesaplandı.

D vitamini ölçümü LC-MS/MS cihazında çalışıldı. Glukoz insülin HbA1C ve CRP seviyeleri Atellica IM Analyzer (Atellica IM Analitik Modülü)'nda HbA1C ise Archem Diagnostics cihazında çalışıldı.

Bulgular:

Obezli tip 2 diabetli hastalarda serum D vitamini değerlerinin obez ve sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırdığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p<0.005$).

Tartışma:

İnsülin direnci, kaslardaki, yağdaki ve karaciğerdeki hücrelerin insüline iyi yanıt vermediği ve enerji için kanınızdaki glikozu kullanamayacağı anlamına gelir. Bunu telafi etmek için pankreas daha fazla insülin üretir. Zamanla kan şekeri seviyeleri yükselir. İnsülin direnci sendromu, obezite, yüksek tansiyon, yüksek kolesterol ve tip 2 diyabet gibi bir grup sorunu içerir. Yüksek kan şekerinin başlangıç nedeni, vücuttaki yüksek karbonhidrat seviyeleri alması olduğu ihtimalide düşünülmektedir.

Sonuç olarak; Obez diyabetli hastalarda 25(OH)D seviyesi, normal glukoz bireylere göre anlamlı derecede düşük bulundu. Vitamin D seviyeleri ile normal obez ve diyabetli obez arasındaki ilişkinin doğrulanması için farklı bölgelerde yaşayan daha yüksek katılımcı sayısına sahip çalışmaların yapılması faydalı olabilir.

Anahtar Kelimeler: D vitamini, Tip 2 diyabet, Obezite, İnsülin

ABSTRACT

Introduction and Aim:

Vitamin D deficiency is common in obese adolescents and is a risk factor for insulin resistance. According to studies, overweight or obesity causes insulin resistance. In particular, it is thought that excess fat around the waist may be the primary cause. Fat tissues concentrated in the waist and belly area produce hormones and other substances that can cause serious health problems such as insulin resistance, high blood pressure, unbalanced cholesterol, especially type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease. Vitamin D deficiency in the body can affect insulin resistance. Therefore, it is thought that it may contribute to insulin resistance depending on the role it plays in glucose tolerance. For this purpose, vitamin D and insulin resistance levels in patients with obesity type 2 diabetes mellitus was investigated and the relationship between these values was assessed.

Material and Method:

In our study, 92 obesity type 2 DM patients who applied to Harran University Teaching and Research Hospital who were applied a residential weight loss program were selected. 57 of

them are women; mean age (44 ± 18 years); 35 of them are men; average age (48 ± 12 years). As a healthy control group, 80 healthy people without any chronic diseases, 45 of them are women; mean age (40 ± 19 years); 35 of them are men; Mean age (49 ± 11 years) were included in the study. Fasting serum 25-OH vitamin D (25-OH-D), insulin, glucose, HbA1C and CRP levels were measured in these groups and also body composition in patients; body mass indexes were calculated using the formula = kg / m^2 .

Vitamin D measurement was studied in the LC-MS / MS device. Glucose Insulin HbA1C and CRP levels were studied in Atellica IM Analyzer (Atellica IM Analytical Module) and HbA1C in Archem Diagnostics.

Results:

Serum vitamin D levels were found to be significantly lower in obese type 2 diabetic patients than in the obese and healthy control group ($p < 0.005$).

Discussion:

Insulin resistance means that cells in muscles, fat, and liver don't respond well to insulin and can't use glucose from your blood for energy. To make up for it, pancreas makes more insulin. Over time, blood sugar levels go up. Insulin resistance syndrome includes a group of problems like obesity, high blood pressure, high cholesterol, and type 2 diabetes. It is thought that the starting cause of high blood sugar is likely to be due to the high levels of carbohydrates in the body. As a result; 25 (OH) D level was found significantly lower in obese diabetic patients compared to normal glucose individuals. Studies with higher numbers of participants living in different regions may be helpful to confirm the relationship between vitamin D levels and normal obese and diabetic obese.

Keywords: Vitamin D, Type 2 diabetes, Obesity, Insulin

GİRİŞ

İnsülin, pankreasta Langerhans'ın adacıklarında bulunan beta hücreleri tarafından sentezlenen, depolanan ve salgılanan bir protein hormonudur. İnsülin, kandaki glikoz konsantrasyonlarını düzenlemekten sorumludur (1). İnsülin direnci, şeker hastalığından obeziteye, reaktif hipoglisemiden karaciğer yağlanmasına, hipertansiyondan kanser riski artışına kadar birçok sağlık sorunuyla yakın ilişkisi vardır. Son yıllarda D vitaminin, şişmanlık ve insülin direncinin neden olduğu hastalıkların oluşumunu önlediği, eksikliğinin ise bu hastalıkların ortaya çıkmasını kolaylaştırdığı ileri sürülmektedir. D vitamini yetersizliği prevalansı giderek artan bir halk sağlığı sorunudur (1,2). D vitamini yağda eriyebilen bir vitamin olmasına karşın, vücutta sentez edilen ve sentezlediği yerin dışında ve çeşitli bölgelerde etki göstermesi nedeniyle günümüzde bir hormon olarak ta tanımlanmaktadır (3).

Vitamin D düzeyini gösteren en iyi belirteç serum 25(OH)D düzeyidir. D vitamini alımı ve 25(OH)D düzeyleri özellikle obezite, metabolik sendrom ve diyabetle ilişkili olduğu

bildirilmektedir (4). Vitamin D ile ilişkisi en çok araştırılan hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, böbrek hastalıkları, diyabet, obezite, metabolik sendromlar üzerine etkileri bir çok çalışma yapılmıştır (4). Obezite de ve özellikle insülin direnci ile glikoz seviyesinin artışı, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyesini düşüklüğü ve Apo-B ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)'nin artması, en çokta tip II diabetes melituslu hastalarda ortaya çıkmaktadır (5). Yapılan bir çalışmada obez farelerde insülin direnci arasında leptin artışına yol açmaktadır (6). Tip II diabetes melituslu hastalarda yaş, fiziksel inaktivite, yağ, karbonhidrat ve fazla tuz alımı insulin direncinin oluşmasında en büyük etkidir. Leptinin de etkisi, sitokinlerin salınımı, yağ dokusunda makrofaj ve infiltrasyon artmasıdır (5,6).

Kandaki 25(OH)D, vitamin D düzeyinin yeterli veya yetersizliğini saptamada iyi bir indikatördür (1,7). Serum 25(OH)D düzeyi >150 ng/mL olduğu durumda ise vitamin D intoksikasyonu söz konusudur (7). Yapılan bir çalışmada 19-70 yaş yetişkin bireyler için günlük D vitamini gereksinimini 600 IU/gün olarak önermektedir (8).

Erken dönemde başlayan hastalık ve riskleri, D vitamini yetersizliği, metabolik sendrom probleminin gelişimine neden olmaktadır (8). Tip II diabetes melitusa bağlı metabolik sendrom oluşumu 25(OH)D ile ilişkilidir (9). Tip II diabetes melituslu hastalarında düşük 25(OH)D konsantrasyonları (9). D vitamini yetersizliğinin giderek artan bir halk sağlığı sorunu olduğu da görülmüştür (9,10). D vitamininin bilinen kemik kas sistemindeki etkilerinin dışında birçok önemli fonksiyonun olduğu gösterilmiştir (11). Yapılan çalışmalarda D vitamini reseptör gen poliformizleri metabolik sendrom bileşenlerinden insülin direnci ve HDL düzeyleriyle ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (12). Vitaminler dışarıdan alınması zorunlu besin değeri olarak tanımlanmasına rağmen, özellikle takviye edilmedikçe besinlerle alınan vitamin D günlük gereksinmeyi karşılamamaktadır. Somon, uskumru, sardalya, ton balığı gibi yağlı balık türleri, yumurta sarısı, süt, brokoli, yeşil soğan, maydanoz, su teresi vitamin D yönünden zengindir ama hiçbir besin günlük ihtiyacı karşılayacak kadar vitamin D içermemektedir. Bu nedenle güneş ışığı temel kaynaktır ve yeterince faydalanılırsa ilave vitamin D almaya gerek yoktur (13). Metabolik hastalıklarda; D vitamini seviyeleri de değerlendirilmeli, D vitamini yetersizliğinin; güneş ışığından yararlanmayla, serum düzeyine göre doktor kontrolünde vitamin preparatları takviyesi kullanımıyla ilgili olarak hastalara önerilerde bulunulmalıdır (12,13). Yeterli D vitamini düzeyi metabolik hastalıklardan korunmaya yardımcı olmaktadır. Obezite sürekli olarak düşük 25-hidroksivitamin D (25 (OH) D) konsantrasyonları ile ilişkilendirilmesi, BMI statüsü, D vitamini takviyesi kullanıcıları arasında 25 (OH) D seviyeleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (13).

Çalışmamızda, Obezitli Tip 2 DM'lu hastalarda D vitamini 25 (OH) D düzeyleri ve insülin direnci üzerindeki etkisini yetişkinlerde BKİ durumuna göre tartışmayı amaçladık.

MATERYAL VE METOT

Çalışmamız Harran Üniversitesi Eğitim Araştırma hastanesi ne başvuran yerleşimsel kilo verme programı uygulanan 92 Obezitli Tip 2 DM'lu hasta 57'si kadın; yaş ortalamaları (44 ± 18 yıl); 35'i erkek; yaş ortalamaları (48 ± 12 yıl). Sağlıklı Obez kontrol grubu olarak hiçbir

kronik hastalığı olmayan 80 sağlıklı kişi 45'si kadın; yaş ortalamaları (40 ± 19 yıl); 35'i erkek; yaş ortalamaları (49 ± 11 yıl) çalışmaya dahil edildi. Bu obez, açlık serum 25-OH D vitamini (25-OH-D), insülin, glukoz, HbA1C ve CRP seviyeleri ölçüldü ve hastalarda ayrıca vücut kompozisyonu; vücut kitle indexleri = kg/m^2 formülü kullanılarak hesaplandı.

İnsülin Direnci Testi; (HOMA-IR; Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance) Hastadan 12 saatlik açlık kanı alınır, bu kandan açlık kan şekeri ve insülin seviyesi ölçüldükten sonra iki değer birbiriyle çarpılıp 22.5 'a bölünür. Bu yolla HOMA-IR değeri mmol/L olarak hesaplanmış olur. İki değer çarpılıp 405'e bölünürse mg/dL olarak sonuç çıkar. Normal değeri; Normalde HOMA-IR değerinin 2.5 mg/dL'nin altında olması gerekir. Daha yüksek değerler hastada insülin direnci olduğu ihtiyacınızdan fazla yediğiniz ve şişmanlamaya başladığınız anlamına gelir. HOMA-IR değeri yüksek olan kişilerde şeker hastalığı, yüksek tansiyon, trigliserit yüksekliği ve gelecek yıllarda kalp damar hastalığı daha sık görülür.

VKI: Vücut kitle indexleri = kg/m^2 formülü kullanılarak ve HOMA-IR (Homeostasis Model Assesment of İnsulin Resistance) = açlık glukozu (mg/dl) x açlık insülin (uIU/ml) / 405 formülü kullanılarak hesaplandı (14).

D vitamini ölçümü LC-MS/MS ile incelenmesi hücre pelletinin üzerine 350 μl ve 25 μl internal standart eklenerek 5 sn karıştırılacaktır. 5 dk 1000 g' de santrifüj edilerek 150-200 μl arası süpernatant alınarak insörtlü vial şişelere alınarak 3 tekrar 8045 LC-MS/MS cihazında çalışılacaktır. Glukoz İnsülin ve CRP seviyeleri Atellica IM Analyzer (Atellica IM Analitik Modülü)'nda HbA1C ise Archem Diagnostics cihazında çalışıldı. Çalışmaya ilişkin kurulumuzun,30.03.2020 tarih, 06 nolu oturum ve 23 evrak tarih ve sayısı: 15/04/2020-E.15869 Haran üniversitesi klinik araştırmalar etik kurulu oayı alınmıştır.

BULGULAR

Yapılan ölçümler bakımından ObezLi Tip 2 DM'lu grupları ile sağlıklı obez ve sağlıklı obez olmyan gruplar (ağırlık, VKI) ortalamaları bakımından yüksek seviyede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark bulundu ($P < 0.05$; tablo 1).

Tablo 2' de ObezLi Tip 2 DM'lu grupları ile sağlıklı obez ve sağlıklı obez olmyan gruplar (Açlık kan şekeri, İnsulin, HOMA-IR, HA1C ve D vitamini) ortalamaları bakımından yüksek seviyede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark bulundu ($P < 0.05$). Ancak ObezLi Tip 2 DM'lu grupları ile sağlıklı obez ve sağlıklı obez olmyan gruplar CRP ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($P > 0.05$).

Tablo 1: ObezLi Tip 2 DM’lu, Sağlıklı Obez ve Sağlıklı Obez Olmayan kontrol Grupların Ortalama $\pm$ SD vücut indeksleri (Ağırlık, Boy, VKİ).

Parametre	Sağlıklı Obez Olmayan Kontrol Grubu Ortalama $\pm$ SD	Sağlıklı Obez Grubu Ortalama $\pm$ SD	Hasta Obez Tip 2 DM’lu Grubu Ortalama $\pm$ SD	Anlamlılı k Değerler i (p)
AĞIRLIK (kg)	57,18 $\pm$ 11,21	77,34 $\pm$ 11,72	87,34 $\pm$ 14,75	P <0.05
BOY (m)	1,64 $\pm$ 4,37	1,59 $\pm$ 4,23	1,62 $\pm$ 2,23	P >0.05
VKI (kg/m²)	34,68 $\pm$ 2,56	48,44 $\pm$ 2,67	53,89 $\pm$ 6,57	P <0.05

Tblo 2: ObezLi Tip 2 DM’lu, Sağlıklı Obez ve Sağlıklı Obez Olmayan kontrol Grupların Açlık Kan Şekeri, İnsulin, HOMA-IR, HbA1c, D vitamini Ortalama $\pm$ SD Değerleri.

Parametr e	Sağlıklı Obez Olmayan kontrol Grup Ortalama $\pm$ SD	Sağlıklı Obez Olan Grup Ortalama $\pm$ SD	Tip II Diabets Melituslu Hasta Grubu Ortalama $\pm$ SD	Anlamlılı k Değerleri (p)
Açlık Kan Şekeri (mg/dl)	87,76 $\pm$ 10, 20	95,16 $\pm$ 6,19	198,. 67 $\pm$ 37,19319	P <0.05
İnsulin (μ IU/mL)	6,73 $\pm$ 4,14	7,11 $\pm$ 5,34	34,03 $\pm$ 18,39	P <0.05
HOMA- IR (mg/dL)	1.46 $\pm$ 0.105	1.67 $\pm$ 0.90	1,72 $\pm$ 1.69	P <0.05
HbA1c (%)	4.8 $\pm$ 0.6	5.6 $\pm$ 0.3	8.9 $\pm$ 0.3	P <0.05
D vitamini (ng/ml)	29,40 $\pm$ 5,97	15,62 $\pm$ 6, 7	13,22 $\pm$ 5,27	P <0.05
CRP (mg/dL)	0,05 $\pm$ 0,03	0,09 $\pm$ 0,02	0,092 $\pm$ 0,04	P >0.05

TARTIŞMA

Glikozun enerjiye dönüşebilmesi için insülin hormonuna ihtiyaç vardır. İnsülin; iskelet kası, karaciğer, yağ dokusu, böbrek, beyin, inflamatuvar hücreler gibi birçok organ ve doku üzerinde etkilidir. İskelet kasına glukoz ve aminoasit alımını, karaciğerden glukoz çıkışını ve yağ dokusunda da lipolizi düzenler (11-14). İnsülin direncini yağ dokusunda etkileyebilir. Metabolik hastalıkların, normal insülin düzeyleri yağ hücrelerinden serbest yağ asitlerinin üretimi ve salınımının baskılamaz. İnsülinin antilipolitik etkilerine karşı yağ dokusunun direnci ve yükselmiş plazma serbest yağ asitleri, kas ve diğer hedef dokularda insülin direncinin gelişmesinin göstergesidir (15,16).

Tablo 2'ye bakıldığında açlık kan şekeri, HbA1c, insulin, insulin direnci ve D vitamini Obezli Tip 2 DM'lu ve sağlıklı Obez; sağlıklı obez olmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu, D vitamini çevre dokularda insülin direncini azaltmakta, böylece insülin direnci nedeniyle kan şekerindeki artışa yanıt olarak oluşan aşırı insülin salınımını azaltmakta ve insülin duyarlılığını artırmaktadır. Bu nedenle D vitamini yetersizliği Tip 2 DM için bir risk faktörüdür. D vitamini yetersizliğinin insülin direnci ve β hücre işlev bozukluğu ile ilişkisi de gösterilmiştir. Yapılan çalışmalarla uyumlu olduğunu göstermiştir. D vitamini yalnızca β hücrelerinin yapım kapasitesini artırmamakta, proinsulin-insülin dönüşümünü de hızlandırmaktadır (16,17).

Karaciğer, yağ ve kas dokusu gibi bölgelerinizde insüline karşı duyarsızlık gelişmesi sonucu insülin direnci oluşur. Bu durumda kandaki şeker enerjiye dönüşemez ve yüksek seviyelerde seyredir. Yüksek şeker oranı bir süre sonra metabolik sendrom ve tip 2 diyabete neden olur. Kısaca özetlenirse, insülin hormonunun gereken düzeyde etkili olamamasına insülin direnci denir (18).

Düşük serum 25-hidroksivitamin D (25 (OH) D) konsantrasyonları, obez, Tip II diabetesmelituslu ve normal ağırlıktaki sağlıklı kontrol ve yaş grubu kıyasla farklı çalışmalar yapılmıştır (5,17). Benzer şekilde, çalışmalarda vitamin D takviyesi dozlarındaki BMI durumuna ve vücut yağına göre ters 25 (OH) D yanıtı göstermiştir (18). Bizim yaptığımız çalışmada obezli Tip2 DM'lu hastalarda ve normal obez bireylerde anlamlı düşük 25 (OH) D seviyelerinin obez bireylerde anlamlı bulduk. Bu düşük 25 (OH) D seviyelerinin kesin mekanizması tam olarak açıklanmamasına rağmen, önceki çalışmalar sınırlı güneş ışığına maruz kalmanın, D vitamini yağ dokusunda biyoyararlanımının azaldığını veya sadece volümetrik seyreltmenin bu ilişkiyi açıklayabildiği sonucuna varmışlar (5,19).

Tip 2 Diyabet gelişimi riski normal glukoz konsantrasyonuna sahip bireylerden daha yüksektir. Diyabet gelişimi ilişkisinin yanında, prediyabet, kardiyovasküler hastalıkların ve komplikasyonlarının gelişimini de arttırmaktadır (20). Gerek pre-diyabet gerekse tip 2 diyabet gelişiminde ortak mekanizma; ikincil hiperinsülinemiye rağmen, anormal kan glukoz

düzeylerine neden olan göreceli 25 (OH) D yetersizliği ve doku insülin direncidir yetersizliğidir (20).

D vitamini yetersizliğinin hastalıklara neden olduğu görülmüştür. D vitamininin özellikle kemik sistemindeki önemli fonksiyonun olduğu çalışmalarla öne sürülmüştür. Özellikle metabolik hastalıkları olan hastaların bir çoğu obezdir. Yağlanmanın artması metabolik hastalıkları oluşturan biyokimyasal metabolizmanın değişikliğine neden olur. D vitamini yetersizliği olan Tip 2 diabetes mellituslu hastalarımızda yağlanmanın olduğu yağ dokularında yağda eriyen vitaminlerin depolanmasının artması, vitaminlerin fonksiyonunu azaltmaktadır (5,20,21).

Vitaminler çoğunun dışarıdan alınması ve özellikle takviye edilmedikçe besinlerle alınan vitamin D vücut ihtiyacını karşılamamaktadır.

SONUÇ

Çalışmamızda tip 2 diabetes mellituslu hastalarda 25(OH)D seviyesi, normal glukoz toleranslı bireylere göre anlamlı derecede düşük bulundu, buna ilave olarak vitamin D ile glukoz, HbA1C, insulin ve insulin direnci parametreleri arasında anlamlı zıt bir ilişki ve obeziteyle ilişkili olduğu bulundu. Vitamin D seviyeleri ile tip 2 diabetes mellituslu hastalar ve obezite arasındaki ilişkinin doğrulanması için farklı bölgelerde yaşayan daha yüksek katılımcı sayısına sahip çalışmaların yapılması faydalı olacağı kanatındayım.

KAYNAKLAR

1. Wei Lee K, Ching S M, Ramachandran V, Yee A, Hoo F K, Chia Y C, Aliaa W, Sulaiman W, Suppiah S, Mohamed M H, Veetil S K. Prevalence and risk factors of gestational diabetes mellitus in Asia: a systematic review and meta-analysis. BMC Pregnancy Childbirth. 2018; 18: 494. Published online 2018 14. doi: 10.1186/s12884-018-2131-4. PMID: PMC6295048
2. Heshmat R, Tabatabaei-Malazy O, Abbaszadeh- Ahranjani S, et al. Effect of vitamin D on insulin resistance and anthropometric parameters in Type 2 diabetes; a randomized double-blind clinical trial. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences 2012; 20(1):10.
3. Penckofer S, Byrn M, Adams W, Emanuele M A, Mumby P, Kouba J, Wallis Diane E. Vitamin D Supplementation Improves Mood in Women with Type 2 Diabetes. J Diabetes Res. 2017; 8232863. Published online 2017. doi: 10.1155/2017/8232863. PMID: . PMC5610883.
4. Cameron A. The metabolic syndrome validity and utility of clinical definitions for cardiovascular disease and diabetes risk prediction. Maturitas, 2010; 65(2): 117-21.
5. Nasri H, Behradmanesh S, Ahmadi A, Baradaran A, Nasri P, Rafieian-Kopaei M. Association of serum lipids with level of blood pressure in type 2 diabetic patients. J Renal Inj Prev. 2014; 3(2): 43-46. Published online 2013 3. doi: 10.12861/jrip.2014.15. PMID: PMC4206046.
6. John E. Murphy, Shangzhen Zhou, Klaus Giese, Lewis T. Williams, Jaime A. Escobedo, Varavani J. Dwarki. Long-term correction of obesity and diabetes in genetically obese mice by a single intramuscular injection of recombinant adeno-associated virus

- encoding mouse leptin. Proc Natl Acad Sci U S A. 1997 Dec 9; 94(25): 13921–13926. doi: 10.1073/pnas.94.25.13921
PMCID: PMC28408
7. Peter N. Taylor, J. Stephen Davies. A review of the growing risk of vitamin D toxicity from inappropriate practice. Br J Clin Pharmacol. 2018 Jun; 84(6): 1121–1127. Published online 2018 Apr 16. doi: 10.1111/bcp.13573PMCID: PMC5980613.
8. J Jakobsen, E Anne Wreford Andersen, T Christensen, R Andersen, and S Bügel. Vitamin D vitamers affect vitamin D status differently in young healthy males. Nutrients. 2018; 10(1): 12. Published online 2017 Dec 23. doi: [10.3390/nu10010012](https://doi.org/10.3390/nu10010012). PMCID: PMC5793240. PMID: [29295513](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29295513/).
9. Babgy, S. Obesity-initiated metabolic syndrome and the kidney: a recipe for chronic kidney disease. J Am Soc Nephrol, 2004; 15(11): 2775-91.
10. Muszkat P, Camargo MB, Griz LH, Lazaretti-Castro M. Evidence-based non-skeletal actions of vitamin D. Arq Bras Endocrinol Metabol, 2010; 54(2): 110-7.
11. Bellan M, Guzzaloni G, Rinaldi M, et al. Altered glucose metabolism rather than naive type 2 diabetes mellitus (T2DM) is related to vitamin D status in severe obesity. Cardiovasc Diabetol. 2014; 11;13:57. doi: 10.1186/1475-2840-13-57.
12. Louise Bennett, Cindy Kersaitis, Stuart Lance Macaulay, Gerald Münch, Garry Niedermayer, Julie Nigro, Matthew Payne, Paul Sheean, Pascal Vallotton, Dimitrios Zabarar, Michael Bird. Vitamin D₂-Enriched Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) Improves Memory in Both Wild Type and APPswe/PS1dE9 Transgenic Mice. PLoS One. 2013; 8(10):e76362. Published online 2013 Oct 18. doi: 10.1371/journal.pone.0076362. PMCID: PMC3799746.
13. MuacevicA and John R Carlos A ; The Association between Body Mass Index and Vitamin D Supplement Use among Adults in the United States Cureus. 2019; 11(9): e5721. Published online 2019 21. doi: 10.7759/cureus.5721 PMCID: PMC6823089 PMID: 3172 0189
14. D Horáková, L Štěpánek, V Janout, J Janoutová, D Pastucha, H Kollárová, Alena Petráková, L Štěpánek, R Husár, and K Martiník. Optimal Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR) Cut-Offs: A Cross-Sectional Study in the Czech Population. Medicina (Kaunas). 2019; 55(5): 158. Published online 2019 17. doi: [10.3390/medicina55050158](https://doi.org/10.3390/medicina55050158). PMCID: PMC6571793PMID: [31108989](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31108989/)
15. R. J. Ferry, Jr., L. E. L. Katz, Adda Grimberg, P. Cohen, S. A. Weinzimer Cellular Actions of Insulin-Like Growth Factor Binding Proteins. Horm Metab Res. 2014 31(0): 192–202. doi: 10.1055/s-2007-978719. PMCID: PMC4151550.
16. Shankar A, Sabanayagam C, Kalindi S. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and prediabetes among subjects free of diabetes. Diabetes Care 2011; 34: 1114-1119.

17. Yang Y, Zhang X, Bao M, et al. Effect of serum 25-hydroxyvitamin D3 on insulin resistance and cell function in newly diagnosed type 2 diabetes patients. *J Diabetes Investig.* 2016; 7(2):226-32.
18. C J Östgren, J Sundström, B Svennblad, L Lohm, P M Nilsson, G Johansson. Associations of HbA_{1c} and educational level with risk of cardiovascular events in 32 871 drug-treated patients with Type 2 diabetes: a cohort study in primary care. *Diabet Med.* 2013; 30(5): e170–e177. Published online 2013 13. doi: 10.1111/dme.12145. PMID: PMC3654570.
19. Fanni G, Rosato R, Gentile L, Anselmino M, Frea S, Ponzo V, Pellegrini M, Broglio F, Pivari F, Ferrari G M De, Ghigo E and BoFanni S et al. Is HDL cholesterol protective in patients with type 2 diabetes? A retrospective population-based cohort study *J Transl Med* (2020) 18:189 <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02357-1>.
20. Low vitamin D status and obesity: role of nutritionist. Savastano S, Barrea L, Savanelli MC, Nappi F, Di Somma C, Orio F, Colao A. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017;18:215–225. [PubMed] [Google Scholar].
21. Engy Bakeer, Rasha Radwan, Ahmed El Mandoury, Abdullah Abd El Rahman, Mohamed Gad, Sahar Abd El Maksoud. Anti-Müllerian Hormone as a Diagnostic Marker in Egyptian Infertile Polycystic Ovary Syndrome Females: Correlations with Vitamin D, Total Testosterone, Dyslipidemia and Anthropometric Parameters. *J Med Biochem.* 2018; 37(4): 448–455. Published online 2018 1. doi: 10.1515/jomb-2017-0068

**PILONIDAL SINÜS HASTALIĞI TEDAVISİNDE PRIMER ONARIM VE FENOL
UYGULAMASI KARŞILAŞTIRILMASI****COMPARISON OF PRIMARY REPAIR AND PHENOL ADMINISTRATION IN THE
TREATMENT OF PILONIDAL SINUS DISEASE****Uzman Doktor Mehmet PATMANO**

Şanlıurfa Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği, Şanlıurfa

ORCID NO: 0000-0002-1755-614X**ÖZET**

Amaç: Pilonidal sinüs hastalığı özellikle genç popülasyonda yüksek oranda görülmektedir ve tedavisinde hala ciddi farklı görüşler mevcuttur. Operatif tekniklerle birlikte nonoperatif yöntemler de uygulanmakta olup fenol enjeksiyonu bu yöntemler içinde en en yaygın kullanılanıdır. Komplike pilonidal sinüs olgularında cerrahi yöntem tek seçenek olmasına karşın nonkomplike olgularda fenol tedavisi önemli bir alternatif olabilir. Bu çalışmada amacımız kliniğimizde pilonidal sinüs hastalığı tedavisinde uygulanan primer onarım ve fenol tedavisinin etkinliğini karşılaştırmaktır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmamızda pilonidal sinüs hastalığı tanısı ile tedavi edilen 509 olgunun 6 aylık takip sonuçları retrospektif olarak incelenmiştir. Primer onarım yapılan 378 hasta ve fenol uygulanan 114 hasta çalışmaya alınmıştır. Hastaların yaş, cinsiyet, yara yeri komplikasyonları ve nüks oranları bilgisayar sistemi üzerinden kaydedildi.

Bulgular: Bu dönemde 94 hastaya fenol tedavisi uygulanmıştır. Fenol tedavisi uygulanan hastaların 23'ü (24,4 %) kadın, 71'i (75,5%) erkek idi. Erkek hastaların yaş ortalaması 27 (min:16-max:35), bayan hastaların yaş ortalaması 22 (min:16-max:30) olarak bulundu. Hastaların 6 aylık takipleri sonucu elde edilen bulgularda 9 hastada (9,5 %) uygulanan fenole bağlı ciltte exfoliyasyon olduğu görüldü. Toplamda 14 (14,8 %) hastada takip sırasında nüks geliştiği görüldü. Primer onarım yapılan 278 hastanın 216'sı (77,6 %) erkek, 62'si (22,3 %) bayan idi. Erkek hastaların yaş ortalaması 32 (min:16-max:48), bayan hastaların yaş ortalaması 25 (min:16-max:38) olarak bulundu. Postoperatif dönemde 42 (15,1 %) hastada yara yeri enfeksiyonu, 14 hastada (5 %) hematoma, seroma gelişti. Yara ayrışması tesbit edilen 16 hasta (5,7 %) pansuman ve antibiotik tedavisi ile takip edildi. Bu hastalardan 12'i (4,3 %) nüks olarak değerlendirildi.

Sonuç: Ayaktan hastalara uygulanabilmesi, minimal invazif oluşu ve günlük işlere daha hızlı dönülmesi kristalize fenol yönteminin avantajlarıdır. Yara yeri enfeksiyonu, nüks açısından iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Pilonidal sinüs hastalığı tedavisinde, özellikle komplike olmayan primer olgularda, ilk tedavi seçeneği olarak kristalize fenol tedavisi kullanılmasının uygun olacağı kanısındayız.

Anahtar kelimeler; Pilonidal sinüs, primer onarım, fenol tedavisi, nüks

ABSTRACT

Objective: Pilonidal sinus disease is seen with a high rate, especially in the young population, and there are still serious differences in its treatment. Along with operative techniques, nonoperative methods are also applied, and phenol injection is the most widely used of these methods. Although surgical method is the only option in complicated pilonidal sinus cases, phenol therapy may be an important alternative in uncomplicated cases. In this study, our aim is to compare the effectiveness of primary repair and phenol therapy in the treatment of pilonidal sinus disease in our clinic.

Material and methods: In our study, 6-month follow-up results of 509 patients treated with a diagnosis of pilonidal sinus disease were retrospectively analyzed. 378 patients who underwent primary repair and 114 patients who received phenol were included in the study. Age, gender, wound complications and recurrence rates of the patients were recorded on a computer system.

Results: During this period, phenol therapy was applied to 94 patients. 23 (24.4%) of the patients who received phenol treatment were female and 71 (75.5%) were male. The average age of male patients was 27 (min: 16-max: 35), and the average age of female patients was 22 (min: 16-max: 30). As a result of the 6-month follow-up of the patients, 9 patients (9.5%) showed exfoliation in the skin due to phenol applied. Recurrence was observed in 14 (14.8%) patients in total during follow-up. Of the 278 patients who underwent primary repair, 216 (77.6%) were male and 62 (22.3%) were female. The average age of male patients was 32 (min: 16-max: 48), and the average age of female patients was 25 (min: 16-max: 38). In the postoperative period, wound infection developed in 42 (15.1%) patients, hematoma and seroma developed in 14 patients (5%). 16 patients (5.7%) with wound dehiscence were followed up with dressing and antibiotic treatment. Twelve (4.3%) of these patients were evaluated as relapse.

Conclusions: The advantages of the crystallized phenol method are that it can be applied to outpatients, is minimally invasive and returns to daily work faster. There was no statistically significant difference between the two methods in terms of wound infection and recurrence. In the treatment of pilonidal sinus disease, especially in uncomplicated primary cases, we think that crystallized phenol therapy should be used as the first treatment option.

Keywords: Pilonidal sinus, primary repair, phenol therapy, recurrence

GİRİŞ

Toplumumuzda kıl dönmesi olarak adlandırılan Pilonidal sinüs hastalığı (PSH) özellikle genç erişkinlerde daha çok 15-30 yaş arasında karşımıza çıkmaktadır. Erkeklerde kadınlara göre 3-4 kat daha fazla görülmektedir. İnsidansı tüm popülasyonda 100.000'de 26 olarak raporlanmıştır (1). Son çalışmalarda hastalığın etiopatonegezinde edinsel faktörler suçlanmaktadır (2). Aile hikayesi, sedanter yaşam, obezite, sert ve kıvrımlı kıllara sahip

olmak, kalçalar arası boşluğun derin olması, oturarak fazla iş yapmak risk faktörleridir (3). Hastaların bir kısmı asemptomatik olup normal sistemik muayene esnasında tespit edilirken, büyük çoğunluğu kuyruk sokumunda ağrı, şişlik ve oturamama şikayeti ile başvururlar.

Tedavi yelpazesi oldukça geniş olan bu hastalıkta medikal tedavinin etkinliği geçerli olmayıp, uygulanan yöntemlerin birbirine kesin kabul görmüş üstünlüğü yoktur. Altın standart kabul görmüş bir yöntem henüz yoktur. Pilonidal sinüs tedavisinde cerrahın tecrübesi önemli olmakla birlikte uygun hastalarda öncelikle konservatif tedaviler düşünülmelidir. Uygulanacak yönteme hastaya, hastalığın büyüklüğüne göre hastayla birlikte konuşarak karar verilmelidir. Tedavideki amaç geride doku bırakılmaksızın sağlam doku kalacak biçimde eksizyon yapılması, mümkün olduğu sürece orta hatta kayma sağlanması şeklinde boşluğun kapatılmasıdır. Nonoperatif yöntemler olarak uygulanan gluteal bölgenin traş edilmesi ve epilasyon gibi seçenekler önleyici yöntemler olarak görülmektedir.

Pilonidal sinüs hastalığının cerrahi tedavisinde literatürde farklı görüşler olsa da ortak payda, cerrahinin basit ve kolay uygulanabilir olması, hastanede yatış süresinin kısa, postoperatif yara bakımının ve ağrının az, nüks oranının düşük ve günlük aktiviteye dönüş zamanının kısa olmasıdır (4,5). Bu nedenle sinotomi, marsupializasyon, Karydakıs, oblik primer onarım, çeşitli flep teknikleri gibi birçok cerrahi yöntem yıllarca denenmiş ve birbirlerine üstünlükleri araştırılmıştır (6,7). Flep tekniğinde amaç, derin natal klefti düzleştirmek ve böylece nüksü önlemektir (8). Rekürrens, yara ayrılması ve postoperatif enfeksiyon primer onarımda, Limberg flep tekniğine göre daha fazla bulunmuştur. Hasta memnuniyeti açısından flep cerrahisi, primer onarımdan üstün bulunmuştur (9,10). Bir meta-analizde ise flep ve oblik onarımın primer onarıma üstünlüğü belirtilmiş fakat oblik onarım ile flep arasında fark bulunamamıştır. Flep cerrahisi aşırı tedavi (over-treatment) olarak değerlendirilmiştir (8). Son yıllarda primer onarımın kabul edilebilir komplikasyonlar ile uygulanabileceğini savunan çalışmalar sunulmuştur (11).

Krızalize fenol hangi hastalara uygulanmalıdır? Hastalarda orifis sayısı, orifis yerleşimi gibi kriterler ne kadar önemlidir? Nüks eden hastalara tekrar fenol uygulanabilir mi, kaç işleme kadar uygulamak gerekir?

Konservatif bir yöntem olarak tanımlanan ve bazı kliniklerde ilk tedavi olarak ortaya çıkan fenol tedavisi bir başka tedavi yöntemidir. Fenol, asidik özelliklere sahip tek ikameli bir aromatik hidrokarbondur. Antiseptik, anestezik ve güçlü sklerozan özelliklere sahiptir. Oda sıcaklığında beyaz, kristalize katı haldeyken daha yüksek sıcaklıklarda sıvı halini alabilir(12). Tedavide hem sıvı hem de kristalize formlar kullanılır. Kristalize fenol uygulamasının bazı komplikasyonları mevcuttur. Bu komplikasyonlar cerrahi işlemlere göre daha minör, tolere edilebilir komplikasyonlardır. Lokal anestezi ve uygulanan kristalize fenole bağlı lokal yan etkiler daha çok karşımıza çıkmaktadır. Ayaktan hastalara uygulanabilmesi, minimal invazif oluşu ve günlük işlere daha hızlı dönülmesi kristalize fenol yönteminin avantajlarıdır.

Biz bu çalışmamızda PSH nedeniyle primer onarım yapılan ve fenol uygulanan hastaları karşılaştırmayı amaçladık.

MATERYAL VE METOD

Haziran 2017-Aralık 2019 tarihleri arasında Şanlıurfa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Kliniği'nde pilonidal sinüs hastalığı tanısı ile tedavi edilen 509 olgunun 6 aylık takip sonuçları retrospektif olarak incelenmiştir. Primer onarım yapılan 378 hasta ve fenol uygulanan 114 hasta çalışmaya alınmıştır. Çalışma Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya pilonidal sinüs hastalığı tanısı konulan primer onarım yapılan ve fenol uygulanan hastalar dahil edilmiştir. Flep uygulan ve bilgilerine tam ulaşamayan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Hastaların yaş, cinsiyet, işlem sonrası yara yeri komplikasyonları ve nüks oranları kaydedildi. Primer onarım spinal anestezi altında Sefazolin sodyum 1 gr IV, profilaksi amacı ile uygulandı. Prone pozisyonunda, kalın bantlar yardımı ile intergluteal bölgeleri explore edilen hastalara eliptik insizyon ile sakrokoksigeal fasyaya kadar cilt ve cilt altı doku eksizyonu gerçekleştirildi. Hemostaz sonrası cilt altı dokusu 2/0 vicryl dikişlerle iki kat olarak kapatıldı (Resim 1). Derin planda, ciltaltı süturları sakrokoksigeal fasyadan geçildi, ölü boşluk oluşumu önlenmeye çalışıldı ve cilt sütüre edildi. Hastalar postoperatif 1. Gün taburcu edildi, oral antibiyoterapi ve analjezik verildi. 7. Gün ve 14. Gün ve 6. ay kontrole çağırıldı.

Fenol uygulaması öncesi lokal anestezi altında sinüs ağzı genişletildikten sonra sinüs içerisindeki debris temizlendi ve kist duvarı kürete edildi. Daha sonra sinüs çevresine antibiyotikli pomad sürülerek fenolün cilde teması önlendi. Kriztalize fenol klemp yardımıyla kist içerisine uygulandı (Resim 2), sonrasında pansuman yapılarak işleme son verildi. İşlem sonrasında tüm hastalara analjezik ve antibiyoterapi verildi. Hastalar fenol uygulaması sonrası 3. gün, 1. ay ve 6. ay kontrole çağırıldı.

İstatiksel analiz; İstatistiksel analiz için Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 21 Inc., Chicago, IL, USA) kullanıldı. Veriler ortalama değer $\pm$ standart sapma veya ortanca (min-max) olarak sunulmuştur.

BULGULAR

Haziran 2017-Aralık 2019 tarihleri arasında kliniğimizde toplam 395 hastaya pilonidal sinüs hastalığı nedeniyle cerrahi tedavi uygulanmıştır.

Bu dönemde pilonidal sinüs hastalığı ve tek sinüsü olan toplam 94 hastaya fenol tedavisi uygulanmıştır. Fenol tedavisi uygulanan hastaların 23'ü (24,4 %) kadın, 71'i (75,5%) erkek idi. Erkek hastaların yaş ortalaması 27 (min:16-max:35), bayan hastaların yaş ortalaması 22 (min:16-max:30) olarak bulundu. Hastaların 6 aylık takipleri sonucu elde edilen bulgularda 9 hastada (9,5 %) uygulanan fenole bağlı ciltte exfolisyon olduğu görüldü. 10 hastada (10,6 %) işlem sonrasında yara yerinde apse ve hematoma gelişti, drenaj sonrasında antibiyoterapi verilerek cerrahi işlem planlandı. Toplamda 14 (14,8 %) hastada takip sırasında nüks geliştiği görüldü. Bu hastalara total kist eksizyonu ve primer onarım uygulandı. İşlem hastalara ayaktan uygulandı, yatış yapılmadı. İşlem sonrası normal hayatlarına devam etmeleri önerildi.

Primer onarım yapılan 278 hastanın 216'sı (77,6 %) erkek, 62'si (22,3 %) bayan idi. Erkek hastaların yaş ortalaması 32 (min:16-max:48), bayan hastaların yaş ortalaması 25 (min:16-max:38) olarak bulundu. Postoperatif dönemde 42 (15,1 %) hastada yara yeri enfeksiyonu, 14 hastada (5 %) hematoma, seroma gelişti. Bu hastalar poliklinik şartlarında tedavi edildi. Yara ayrışması tesbit edilen 16 hasta (5,7 %) pansuman ve antibiyotik tedavisi ile takip edildi. Bu hastalardan 12'si (4,3 %) nüks olarak değerlendirildi, cerrahi uygulandı. Hastaların yara iyileşme süresi 7-30 gün arasında değişmekte ortalama 11 gün olarak tespit edildi. İşe geri dönüş süresi 10-30 gün arası ortalama 15.6 gün olarak bulundu.

TARTIŞMA

Tedavi yelpazesi oldukça geniş olan bu hastalıkta medikal tedavinin etkinliği geçerli olmayıp, uygulanan yöntemlerin birbirine kesin kabul görmüş üstünlüğü yoktur. Altın standart kabul görmüş bir yöntem henüz yoktur. Pilonidal sinüs tedavisinde cerrahin tecrübesi önemli olmakla birlikte uygun hastalarda öncelikle konservatif tedaviler düşünülmelidir. Pilonidal sinüs olgularında cerrahi tedavinin ağrı, işe dönüş süresinin uzunluğu, nüks oranı yüksekliği ve enfeksiyon riski gibi dezavantajı bulunmaktadır (13). Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda konservatif tedavi yöntemlerinin önemi gittikçe artmaktadır (14).

Uygulanacak yönteme hastaya, hastalığın büyüklüğüne göre hastayla birlikte konuşarak karar verilmelidir. Tedavideki amaç geride doku bırakılmaksızın sağlam doku kalacak biçimde eksizyon yapılması, mümkün olduğu sürece orta hatta kayma sağlanması şeklinde boşluğun kapatılmasıdır. Nonoperatif yöntemler olarak uygulanan gluteal bölgenin traş edilmesi ve epilasyon gibi seçenekler önleyici yöntemler olarak görülmektedir.

Pilonidal sinüs hastalığının cerrahi tedavisinde literatürde farklı görüşler olsa da ortak payda, cerrahinin basit ve kolay uygulanabilir olması, hastanede yatış süresinin kısa, postoperatif yara bakımının ve ağrının az, nüks oranının düşük ve günlük aktiviteye dönüş zamanının kısa olmasıdır (5). Bu nedenle sinotomi, marsupializasyon, Karydakıs, oblik primer onarım, çeşitli flep teknikleri gibi birçok cerrahi yöntem yıllarca denenmiş ve birbirlerine üstünlükleri araştırılmıştır (6).

Primer onarım uygulanan hastalarda 42 (15,1 %) hastada yara yeri enfeksiyonu, 14 hastada (5 %) hematoma, seroma gelişti. Bu hastalar poliklinik şartlarında tedavi edildi. Yara ayrışması tesbit edilen 16 hasta (5,7 %) pansuman ve antibiyotik tedavisi ile takip edildi. Bu hastalardan 12'si (4,3 %) nüks olarak değerlendirildi, cerrahi uygulandı. Hastaların yara iyileşme süresi 7-30 gün arasında değişmekte ortalama 11 gün olarak tespit edildi. İşe geri dönüş süresi 10-30 gün arası ortalama 15.6 gün olarak bulundu.

Kristalize fenol hangi hastalara uygulanmalıdır? Hastalarda orifis sayısı, orifis yerleşimi gibi kriterler ne kadar önemlidir? Nüks eden hastalara tekrar fenol uygulanabilir mi, kaç işleme kadar uygulamak gerekir? Biz hastanemizde tek sinüs olan hastalara fenol tedavisi uyguladık.

Kristalize fenol uygulamasının bazı komplikasyonları mevcuttur. Bu komplikasyonlar cerrahi işlemlere göre daha minör, tolere edilebilir komplikasyonlardır. Lokal anestezi ve uygulanan

kristalize fenole bağılı lokal yan etkiler daha çok karşımıza çıkmaktadır. Uygulama esnasında oluşabilecek ciltte exfoliation ve sonrasında görülebilecek enfeksiyon ve hematoma en çok karşılaşılan komplikasyonlardır. Literatürde exfoliation %8,3, enfeksiyon %8 ve hematoma %4 olarak karşımıza çıkmaktadır (15,16). Bizim serimizde 9 hastada (9,5 %) uygulanan fenole bağılı ciltte exfoliation olduğu görüldü. 10 hastada (10,6 %) işlem sonrasında yara yerinde apse ve hematoma gelişti, drenaj sonrasında antibiyoterapi verilerek cerrahi işlem planlandı. Toplamda 14 (14,8 %) hastada takip sırasında nüks geliştiği görüldü. Bu hastalara total kist eksizyonu ve primer onarım uygulandı.

Ayaktan hastalara uygulanabilmesi, minimal invazif oluşu ve günlük işlere daha hızlı dönülmesi kristalize fenol yönteminin avantajlarıdır. Yara yeri enfeksiyonu, nüks açısından iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Pilonidal sinüs hastalığı tedavisinde, özellikle komplike olmayan primer olgularda, ilk tedavi seçeneği olarak kristalize fenol tedavisi kullanılmasının ve komplike cerrahi işlemlerin fenol tedavisinden fayda görmeyen hastalara saklanması daha uygun olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Sarı R, Akbaba S, Gündoğdu RH, Yazıcıoğlu MÖ. Comparison of VY Flap and Limberg Flap Methods in Pilonidal Sinus Surgery. Turk J Colorectal Dis 2019;29:69-74
2. Chintapatla S, Safarani N, Kumar S, Haboubi N. Sacrococcygeal pilonidal sinus: historical review, pathological insight and surgical options. Tech Coloproctol 2003; 7: 3-8.
3. Harlak A, Menteş Ö, Kilic S, Coskun K, Duman A, Yılmaz F. Sacrococcygeal pilonidal disease: analysis of previously proposed risk factors. Clinics 2010; 65(2) :125-31.
4. Dag A, Colak T, Turkmenoglu O, Sozutek A, Gundogdu R. Phenol procedure for pilonidal sinus disease and risk factors for treatment failure. Surgery 2012; 151: 113-117.
5. Tavassoli A, Noorshafiee S, Nazarzadeh R. Comparison of excision with primary repair versus Limberg flap. Int J Surg 2011; 9: 343-346.
6. Yalcin S, Ergul E. A single-surgeon, single-institute experience of 59 sinotomies for sacrococcygeal pilonidal disease under local anesthesia. Bratisl Lek Listy 2010; 111: 284-285.
7. Mentes BB, Leventoglu S, Cihan A, et al. Modified Limberg transposition flap for sacrococcygeal pilonidal sinus. Surg Today 2004;34:419-23.
8. Petersen S, Koch R, Stelzner S, Wendlandt TP, Ludwig K. Primary closure techniques in chronic pilonidal sinus: a survey of the results of different surgical approaches. Dis Colon Rectum 2002; 45: 1458-1467.
9. Mahdy T. Surgical treatment of the pilonidal disease: primary closure or flap reconstruction after excision. Dis Colon Rectum 2008; 51: 1816-1822.

10. Hosam R, Yasser A, Waleed A, Ibrahim A, Mokhtar F, Mohammed F. Rhomboid flap versus primary closure after excision of sacrococcygeal pilonidal sinus (a prospective randomized study). EJS 2010; 29: 4.
11. Kaya B, Uctum Y, Simsek A, Kutanis R. Pilonidal sinüs tedavisinde primer kapama. Basit ve etkili bir yöntem. Kolon Rektum Hast Derg 2010; 20: 59-65.
12. Dag A, Colak T, Turkmenoglu O, Sozutek A, Gundogdu R. Phenol procedure for pilonidal sinus disease and risk factors for treatment failure. Surgery 2012;151:113-117
13. Steele SR, Perry WB, Mills S, Buie WD; Standards Practice Task Force of the American Society of Colon and Rectal Surgeons: Practice parameters for the management of pilonidal disease . Dis Colon Rectum 2013; 56: 1021-1027
14. Schneider IH: Treatment of pilonidal sinüs by phenol enjection. Int J colorectal dis 1994; 9 (4) 200-2.
15. Aygen E, Arslan K, Dogru O, Basbug M, Camci C. Crystallized phenol in nonoperative treatment of previously operated, recurrent pilonidal disease. Dis Colon Rectum 2010; 53(6): 932-935.
16. Akan K, Tihan D, Duman U, Özgün Y, Erol F, Polat M. Pilonidal sinüs tedavisinde cerrahi Limberg flep yöntemi ile kristalize fenol uygulamasının retrospektif karşılaştırılması. Ulusal Cer Derg 2013; 29: 162-166.

**YÜKSEK FIRIN CÜRUFU İKAMESİNİN UÇUCU KÜL ESASLI GEOPOLİMER
HAMURLARIN ASİT DİRENCİNE ETKİSİ****EFFECT OF BLAST FURNACE SLAG REPLACEMENT ON ACID RESISTANCE OF
FLY ASH BASED GEOPOLYMER PASTE****Dr. Öğr. Üyesi Fatih KANTARCI**

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Battalgazi, Malatya.

ORCID NO: 0000-0001-6863-995X**ÖZET**

Endüstrileşme ve gelişen teknoloji ile beraber beton tüketimi yıldan yıla artış göstermektedir. Ekonomik ve çevresel duyarlılıklar normal Portland çimentosuna alternatif olabilecek sürdürülebilir ve çevreye dost yeni bağlayıcılar geliştirilmesini teşvik etmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda alkali aktive edilmiş ya da geopolimer bağlayıcılar olarak adlandırılan yeni nesil bir bağlayıcı türü öne çıkmıştır. Geopolimerler, silisyum ve alüminyum içeriği bakımından zengin olan doğal ve atık puzolanların çeşitli alkali aktivatörler ile aktive edilmesiyle elde edilen alümin silikat tipi bağlayıcı malzemelerdir. Geopolimer bağlayıcılar Portland çimentosu ile kıyaslandığında ileri mühendislik özellikleri sergileyen yeni bir malzeme grubudur. Bağlayıcı malzemeler servis ömrü boyunca dayanıklılığını zayıflatan çeşitli çevresel maruz kalabilirler. Söz konusu çevresel etkilerden en önemlisi asit etkisidir. Betonlar asit ortamlarına maruz kaldığında, saldıran asitin kalsiyum tuzları oluşur ve beton dayanım kaybederek hızlı bir şekilde bozulur.

Bu çalışmada yüksek fırın cürufu (YFC) ikamesinin uçucu kül (UK) esaslı geopolimer hamurların asit direncine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla hammadde olarak temin edilen UK sırasıyla %20, %40, %60, %80 ve %100 oranlarında YFC ile yer değiştirilmiştir. Çimento inceliğinde öğütülmüş olan hammadde 8 M NaOH çözeltisi ile aktive edilmiştir. 0.4 aktivatör/bağlayıcı oranında üretilen geopolimer hamur numuneleri 5*5*5 cm boyutlarındaki çelik kalıplara dökülmüştür. Dökümden sonra laboratuvar ortamında kür edilen numuneler 24 saat sonra kalıptan çıkarılmış ve deney gününe kadar (28. gün) yine laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Daha sonra numuneler 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Asit etkisi sonucunda, geopolimer hamurların basınç dayanımı, ağırlık değişimi, ultrases hızı gibi fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Ayrıca SEM analizleri ile mikro yapıları incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, YFC ikamesinin UK esaslı geopolimer hamurların asit direncini önemli ölçüde iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: geopolimer, asit direnci, uçucu kül, yüksek fırın cürufu**ABSTRACT**

With the industrialization and developing technology, concrete consumption has increased year by year. Economic and environmental considerations encourage the development of

sustainable and environmentally friendly new binders that can be alternative to normal Portland cement. In recent years, a new generation of binder type called alkali activated or geopolymer binders has come to the fore. Geopolymers are alumina silicate type binder materials obtained by activating natural and waste pozzolanes rich in silicon and aluminum content with various alkali activators. Geopolymer binders are a new group of materials that exhibit advanced engineering properties when compared to Portland cement. Binder materials can be exposed to a variety of environmental conditions that deteriorate their durability throughout their service life. The most important of these environmental effects is the acid effect. When concretes are exposed to acid environments, calcium salts of the attacking acid are formed and the concrete loses strength and deteriorates rapidly.

In this study, the effect of blast furnace slag (BFS) substitution on acid resistance of fly ash (FA) based geopolymer paste was investigated. For this purpose, FA supplied as raw material was replaced by BFS at the rates of 20%, 40%, 60%, 80% and 100%, respectively. The raw material, which was ground in cement fineness, was activated with 8 M NaOH solution. The geopolymer paste samples produced at the ratio of 0.4 activator/binder were casted into steel molds of 5*5*5 cm. The samples cured in the laboratory environment after casting were removed from the mold after 24 hours and kept in the laboratory environment until the test day (28th day). Samples were then exposed to 5% HCl solution for 14 and 28 days. After acid exposure, changes in physical and mechanical properties of geopolymer pastes such as compressive strength, weight change, ultrasonic pulse velocity were investigated. In addition, microstructures were examined with SEM analysis. As a result of the experimental studies, it was determined that BFS substitution significantly improved the acid resistance of FA based geopolymer paste.

Keywords: geopolymer, acid resistance, fly ash, blast furnace slag

GİRİŞ

Beton bina, yol, tünel, baraj, köprü ve liman gibi farklı uygulama alanlarında sıklıkla tercih edilen bir yapı malzemesidir (Blaszczynski ve Krol, 2015; Choate, 2003). Betonun en önemli bileşeni ise çimentodur. Portland çimentosu, yıllık 4 milyar ton üretim kapasitesi ve % 4 büyüme oranıyla tüm dünyada tercih edilen yapı malzemesidir (USGS, 2014). 1 ton çimento üretimi için yaklaşık 1 ton CO₂ salınımının meydana geldiği bilinmektedir (Davidovits, 1994; Malhotra, 1999; Kajaste ve Hurme, 2016). Dünya CO₂ salınımının %7'sinin çimento üretiminden kaynaklandığı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Kajaste ve Hurme, 2016; Meyer, 2009; Shi vd. 2012; Wallah ve Rangan; 2006). Önümüzdeki bir kaç yıl içerisinde ise bu oranın %17'e çıkacağı tahmin edilmektedir (El-Gamal ve Selim, 2017; Damilola, 2013). Çimento üretimi, kalker ve fosil yakıtların yüksek sıcaklıklarda (1400–1500°C) yakılması nedeniyle önemli miktarda enerji gerektirir. Ayrıca 50 yıllık bir servis ömrü için tasarlanan betonarme yapılar yıpratıcı edici çevresel koşullar altında 20-30 yıl gibi süre zarfında taşıyıcılığını yitirmektedir (Mehta, 2001; Hardjito, 2005, Kantarcı vd. 2019)

Yukarıda bahsedilen çevresel ve ekonomik sebeplerden dolayı, normal Portland çimentosuna alternatif olabilecek sürdürülebilir ve çevreye dost yeni bağlayıcılar geliştirilmesi arayışına gidilmiştir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda alkali aktive edilmiş ya da geopolimer bağlayıcılar olarak adlandırılan yeni nesil bir bağlayıcı türü öne çıkmıştır. Geopolimerler, silisyum ve alüminyum içeriği bakımından zengin olan doğal ve atık puzolanların çeşitli alkali aktivatörler ile aktive edilmesiyle elde edilen alümin silikat tipi bağlayıcı malzemelerdir (Amran vd. 2020; Davidovits, 1999; Dimas vd. 2009; Lo vd. 2017; Kosor vd. 2016). Geopolimerler yüksek boyutsal kararlılık, hızlı basınç dayanımı, asit direnci, sülfat direnci, yangına dayanıklılık, düşük maliyet, düşük karbon salınımı gibi belirgin avantajları sayesinde Portland çimentosuna iyi bir alternatif olarak göze çarpmaktadır (Al Bakri vd. 2012; Hussin vd. 2015; Djobo vd. 2016; Thokchom vd. 2009). Ayrıca geopolimer bağlayıcıların yaygınlaşması ile sera gazı salınımında önemli oranda bir düşüş (%25-%70) olacağı öngörülmektedir (Stengel vd. 2009; McLellan vd. 2011)

Betonlar servis ömrü boyunca şiddetli asit etkilerine maruz kalabilirler. Asidik etki doğal olarak meydana gelmesinin yanında tarım, kentsel ve endüstriyel faaliyetler sonucunda meydana gelebilir (Kwasny vd. 2018). Asit direnci agresif ortamlara maruz kalan yapılar için önemli bir özelliktir. Normal betonlar asit ortamlarına maruz kaldığında, saldıran asitin kalsiyum tuzları oluşur ve beton dayanım kaybederek hızlı bir şekilde bozulur. Geopolimer bağlayıcılarda ise tahribat Si-O-Al bağlarının kırılması sonucu meydana gelir (Bakharev, 2005). Asit etkisi sonucu basınç dayanımında meydana gelen düşüş esas olarak alüminosilikat yapıdaki bağların kırılması sonucu çatlak oluşumu ile ilişkilidir (Djobo vd. 2016). Geopolimer bağlayıcılarda asit etkisi sonucu oluşan tahribatın boyutu asit etkisinin süresine ve şiddetine bağlıdır (Singh vd. 2015). Geopolimer bağlayıcıların seramik benzeri yapılarından dolayı asit etkilerine karşı mükemmel bir direnç gösterdiği birçok araştırmacı tarafından doğrulanmıştır (Palomo vd. 1999; Sata vd. 2012; Bakharev vd. 2003).

Hammadde geopolimerizasyon reaksiyonlarında önemli bir rol oynamaktadır ve sertleşmiş ürünün mekanik özelliklerini etkilemektedir (Xu ve van Deventer, 2000; van Jaarsveld vd. 2002). Hammadde ağırlıklı olarak SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O ve CaO içerir. Hammadde bünyesinde bulunan her oksit, geopolimer bağlayıcının basınç dayanımında belirgin bir etkiye sahiptir. Bu çalışmanın amacı yüksek fırın cürufu (YFC) ikamesinin uçucu kül (UK) esaslı geopolimer hamurların asit direncine etkisini araştırmaktır. Bu amaçla hammadde olarak temin edilen UK sırasıyla %20, %40, %60, %80 ve %100 oranlarında YFC ile yer değiştirilmiştir. Çimento inceliğinde öğütülmüş olan hammadde 8 M NaOH çözeltisi ile aktive edilmiştir. 0.4 aktivatör/bağlayıcı oranında üretilmiş olan 28 günlük geopolimer hamur numuneleri 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Asit etkisi sonucunda, geopolimer hamurların basınç dayanımı, ağırlık değişimi, ultrases hızı gibi fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Deneyisel çalışmalarda kullanılan UK, EKTÖN İnşaat & Lojistik A.Ş'den, YFC ise Karçimsa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş'den temin edilmiştir. UK ve YFC'nin kimyasal bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. UK ve YFC'nin kimyasal bileşimleri

Bileşen, (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O	MgO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃
UK	63.40	21.63	6.77	1.07	0.10	2.79	-	-	-
YFC	32.47	9.94	1.25	32.45	0.82	0.31	9.31	1.16	3.51

Geopolimer bağlayıcı üretiminde yaygın olarak tercih edilen alkali aktivatör, kolay bulunabilirliği, düşük maliyeti ve düşük viskozitesi nedeniyle Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisidir. Bu sebeple bu çalışmada da NaOH tercih edilmiştir. NaOH aktivatörünün bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Deneyisel çalışmada kullanılan NaOH konsantrasyonu 8 M olarak seçilmiştir. 8 M alkali aktivatör çözeltisi TS EN 1008 standardına uygun olan musluk suyu ile hazırlanmıştır. 28 günlük geopolimer hamur numuneleri 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Asit çözeltisinin pH değeri belirli aralıklarla ölçmüş ve çözelti yenilemesi yapılarak pH değerinin 2.8~3.0 aralığında kalması sağlanmıştır.

Tablo 2. NaOH alkali aktivatörünün bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

	Sodyum Hidroksit
Kimyasal formülü	NaOH
Moleküler kütle, (g / mol)	39.997
Asitlik	Çok düşük (pH:13-14)
Çözünürlük, (g/l)	1110 (+20°C'de)
Renk	Beyaz
Yoğunluk, (g/cm ³)	2.13
Kaynama noktası, (°C)	1390
Erime noktası, (°C)	318
Donma noktası, (°C)	14

YÖNTEM

Hammadde olarak temin edilen UK sırasıyla %20, %40, %60, %80 ve %100 oranlarında YFC ile yer değiştirilmiştir. Çimento inceliğinde öğütülmüş olan UK ve YFC karışımları 8 M NaOH çözeltisi ile aktive edilmiştir. Hammadde ve 8 M NaOH çözeltisi 0.4 aktivatör/bağlayıcı oranında 5 dakika boyunca karıştırılmış, 5*5*5 cm boyutlarındaki çelik kalıplara dökülmüştür. Geopolimer bağlayıcı üretiminde sıklıkla tercih edilen ve en önemli dezavantajı olarak nitelendirilen ısıl kür işlemi uygulanmamıştır. Numuneler deney gününe (28. Gün) kadar laboratuvar koşullarında sertleşmeye bırakılmıştır.

28 günlük geopolimer hamur numuneleri plastik kaplarda hazırlanmış olan %5 HCl çözeltisine bırakılmıştır. Asit ortamında buharlaşma olmaması ve bunun sonucuna çözelti yoğunluğunun değişmemesi için kapların üstünün kapalı olmasına özen gösterilmiştir. 14 ve 28 günün sonunda numuneler çözeltiden çıkarılmış ve yüzeyler fırça ile temizlenmiştir. Asit etkisi sonucunda, geopolimer hamurların basınç dayanımı, ağırlık değişimi, ultrases hızı gibi fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler ASTM C267 ve ASTM C 597 standartları ile uyumlu olarak araştırılmıştır. Ayrıca numunelerin mikro yapıları SEM analizleri ile incelenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

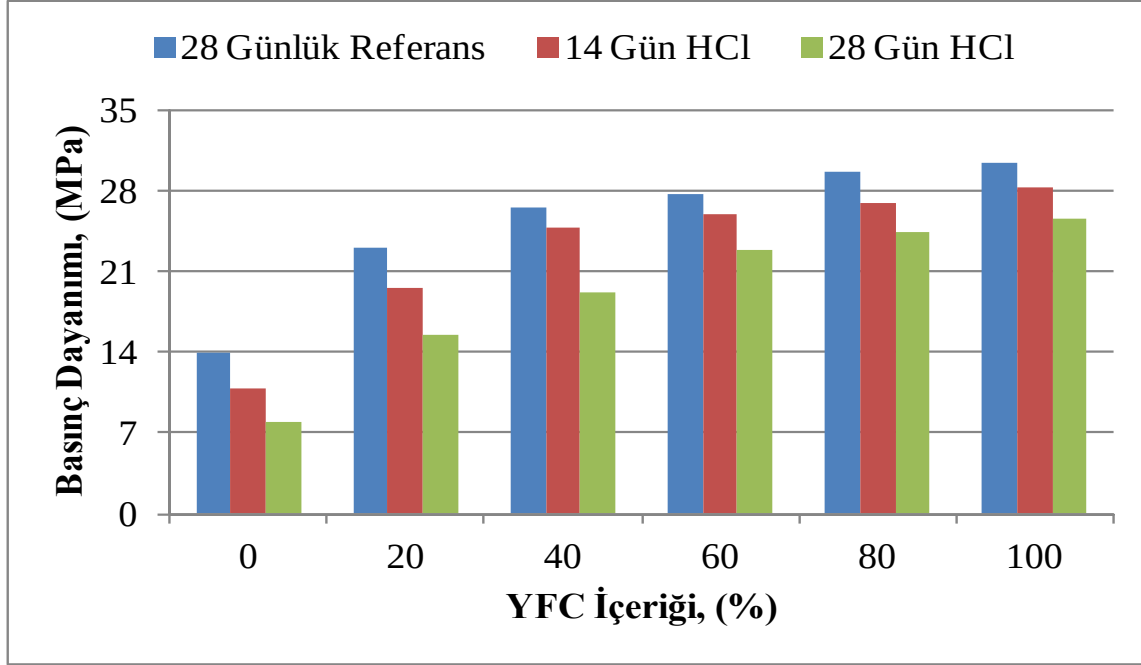
Geopolimer hamur numunelerinin asit etkisi sonucu basınç dayanımı, ultrases hızı ve ağırlık değişimleri Tablo 3’de bütün olarak verilmiştir. İlgili alt başlıklarda ise grafikler ile tartışılmıştır.

Tablo 3. Geopolimer hamur numunelerin asit etkisi sonrası basınç dayanımı, UPV değerleri ve ağırlık değişimleri

İncelenen Parametre		YFC İçeriği, (%)					
		0	20	40	60	80	100
Basınç Dayanımı, (MPa)	28 Günlük Refesans	14	23.1	26.5	27.7	29.7	30.4
	14 Gün HCl Sonrası	10.8	19.5	24.8	25.9	27	28.3
	28 Gün HCl Sonrası	7.9	15.6	19.1	22.8	24.4	25.6
UPV Değerleri, (m/s)	28 Günlük Refesans	2498	2821	3121	3204	3254	3357
	14 Gün HCl Sonrası	2291	2699	2707	2756	2893	3058
	28 Gün HCl Sonrası	2091	2401	2594	2602	2726	2791
Ağırlıktaki Azalma, (%)	14 Gün HCl Sonrası	6.4	4.9	5.3	4.8	5.3	3.8
	28 Gün HCl Sonrası	7.9	5.8	6.1	5.4	5.9	4.4

- **Basınç Dayanımı**

Geopolimer hamur numunelerinin 28 günlük referans basınç dayanımları ile 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki basınç dayanımları Şekil 1’de grafiksel olarak verilmiştir.

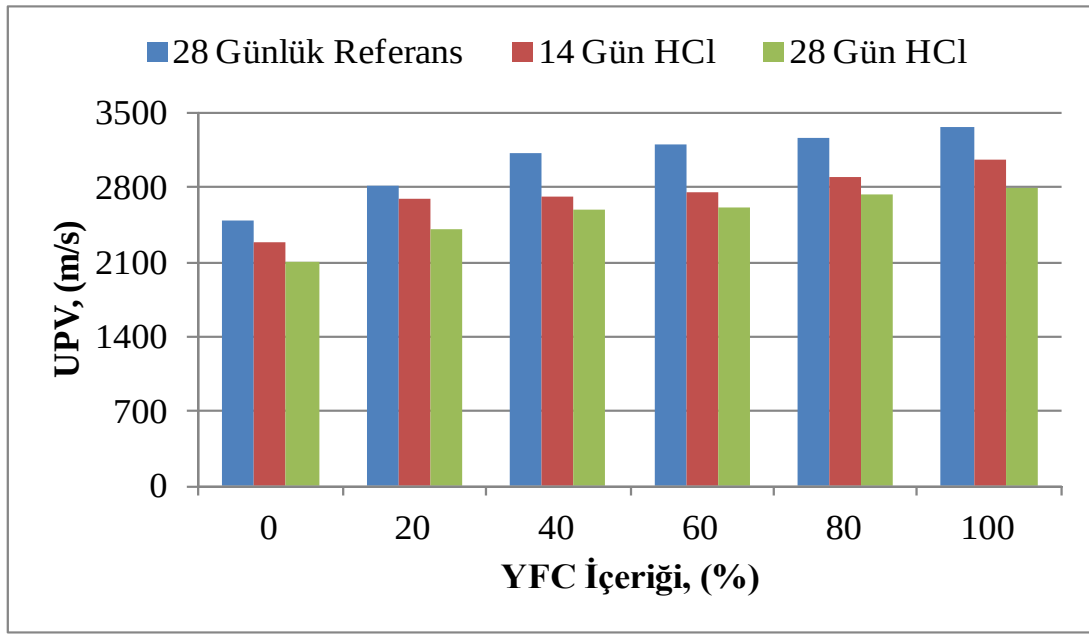


Şekil 1. Geopolimer numunelerin basınç dayanımı değerleri

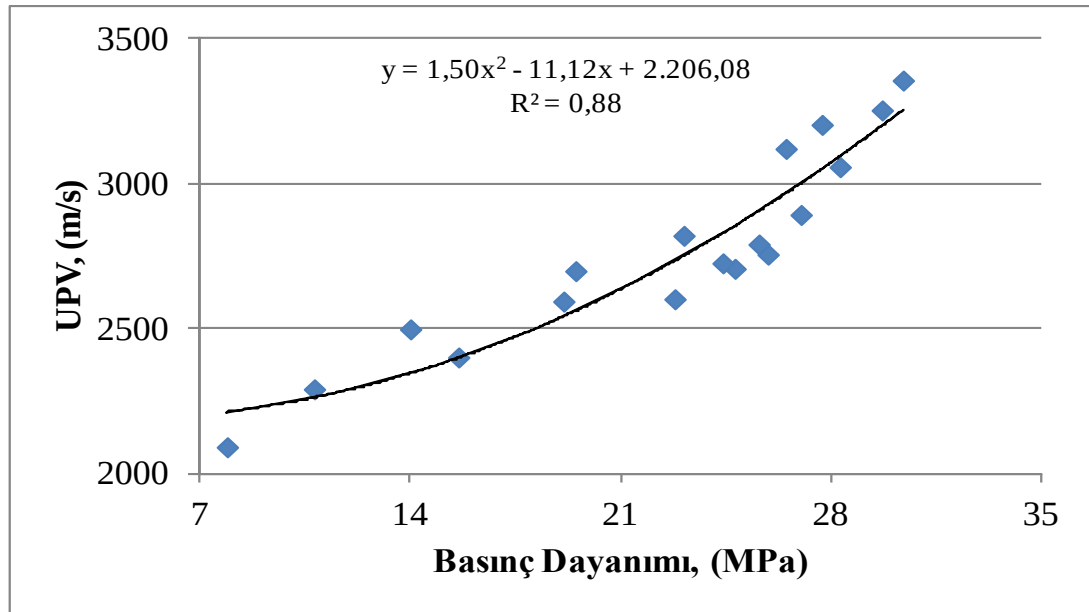
Araştırma bulguları incelendiğinde, YFC ikamesinin numunelerin asit öncesi ve sonrası basınç dayanımında önemli oranda bir artışa neden olduğu gözlenmiştir. Bu durum YFC ikamesi ile geopolimerizasyon sonucu oluşan N-A-S-H jelleri ve alüminosilikat jellerinin artışıdan kaynaklanmış olabilir. Ayrıca YFC bünyesinde bulunan yüksek oranda CaO ilave C-S-H jellerinin oluşumuna yol açmış olabilir. Laboratuvar koşullarında yapılan kür işlemi CaO içeriği yüksek olan YFC’nin geopolimerizasyonuna olumlu katkı vermiştir. Benzer şekilde Saha ve Rajasekaran (2017) yaptıkları çalışmada YFC ikamesinin basınç dayanımını arttırdığını ortaya çıkarmışlardır. UK esaslı hamur numunelerin asit etkisi sonrası basınç dayanımındaki yüzdesel düşüş YFC esaslı numunelere kıyasla oldukça yüksektir. UK esaslı geopolimer bağlayıcılar YFC gibi hammaddeler ile karıştırılarak asit etkisi öncesi ve sonrası basınç dayanımında önemli iyileşmeler elde edilebilir. Asit etki süresi arttıkça beklendiği gibi basınç dayanımı düşmüştür. Geopolimer bağlayıcılarda asit etkisi sonucu basınç dayanımında meydana düşüş alüminosilikat bağlarının kırılmasından kaynaklanmaktadır (Bakharev, 2005)

- **UPV Değerleri**

Geopolimer hamur numunelerinin 28 günlük referans UPV değerleri ile 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki UPV değerleri Şekil 2’de grafiksel olarak verilmiştir. Ayrıca basınç dayanımı ile UPV değerleri arasındaki ilişki ise Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. Geopolimer numunelerin UPV değerleri

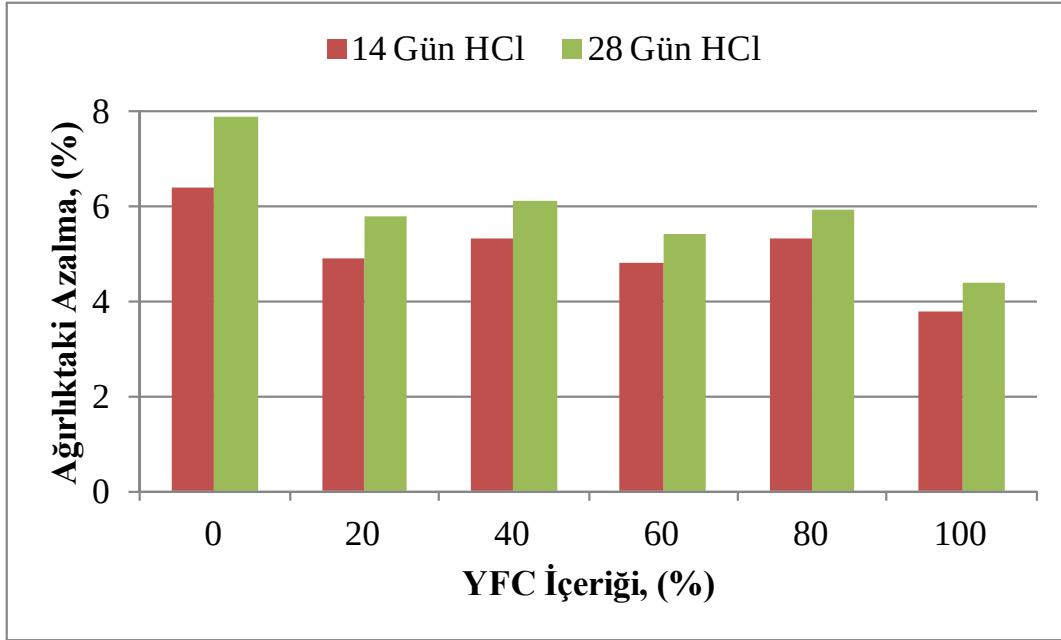


Şekil 3. Geopolimer numunelerin basınç dayanımı ile UPV değerleri arasındaki ilişki

Geopolimer hamur numunelerin UPV değerleri, basınç dayanımı bulguları ile uyumlu olarak YFC içeriği arttıkça artmıştır. Asit etki süresi arttıkça UPV değerleri düşmüştür. UPV değerlerinin düşmesi, asit etkisi ile bağlayıcı jellerin yıkılması nedeniyle daha boşluklu bir mikroyapının oluşmasından kaynaklı olabilir. Basınç dayanımı ile UPV arasında iyi bir korelasyon ($R^2=0.88$) elde edilmiştir.

- **Ağırlık Değişimi**

Geopolimer hamur numunelerinin 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki ağırlık değişimleri Şekil 4’de grafiksel olarak verilmiştir.

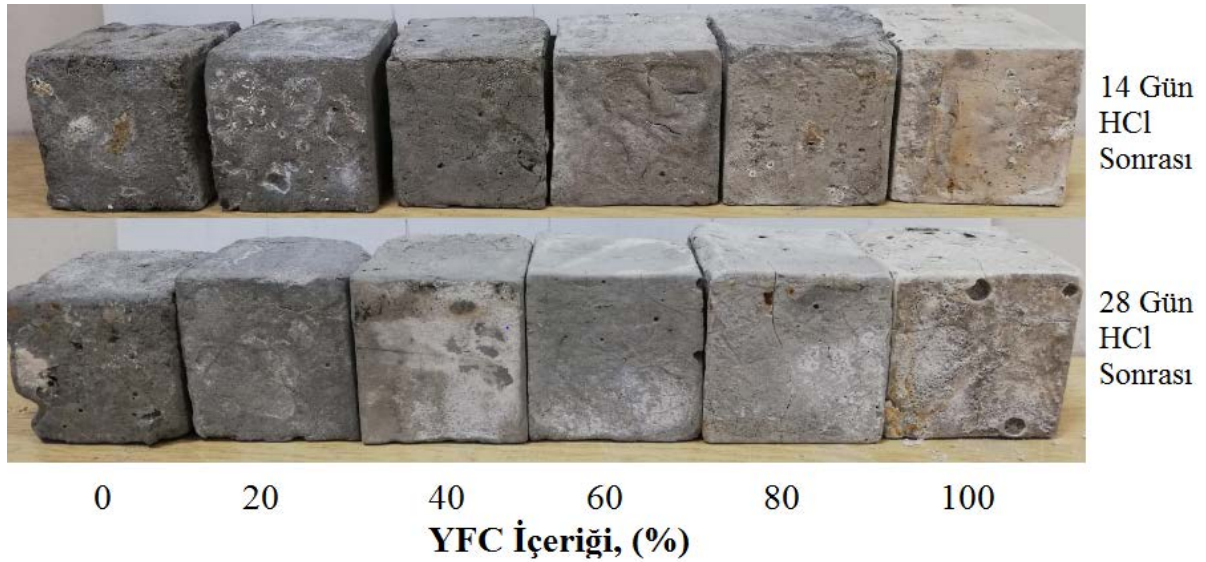


Şekil 4. Geopolimer numunelerin ağırlık değişimleri

Geopolimer hamur numunelerin ağırlıkları asit etkisi sonucunda düşmüştür. Ağırlıktaki düşüş YFC içeriği arttıkça azalmıştır. Bu durum HCl çözeltisinin daha yoğun ve dolu bir mikroyapıya ve bu sebeple daha yüksek basınç dayanımına sahip olan YFC esaslı numunelerin bünyesine nüfuz etmesinin daha zor olmasından kaynaklı olabilir. Asit etkisi sonucu numunelerin görsel görünümü ve SEM görüntüleri de bu görüşü desteklemektedir. Asit etki süresi arttıkça basınç dayanımındaki düşüş artmıştır. Numunelerdeki ağırlık kaybı alüminmosilikat bağlarının asit etkisiyle kırılmasının bir sonucu olarak jeopolimer jelin dağılmasından kaynaklanmaktadır (Djobo vd. 2016).

- **Görsel Görünüm**

Geopolimer hamur numunelerinin 14 ve 28 gün boyunca %5 HCl çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki görsel görünimleri Şekil 5’de verilmiştir.

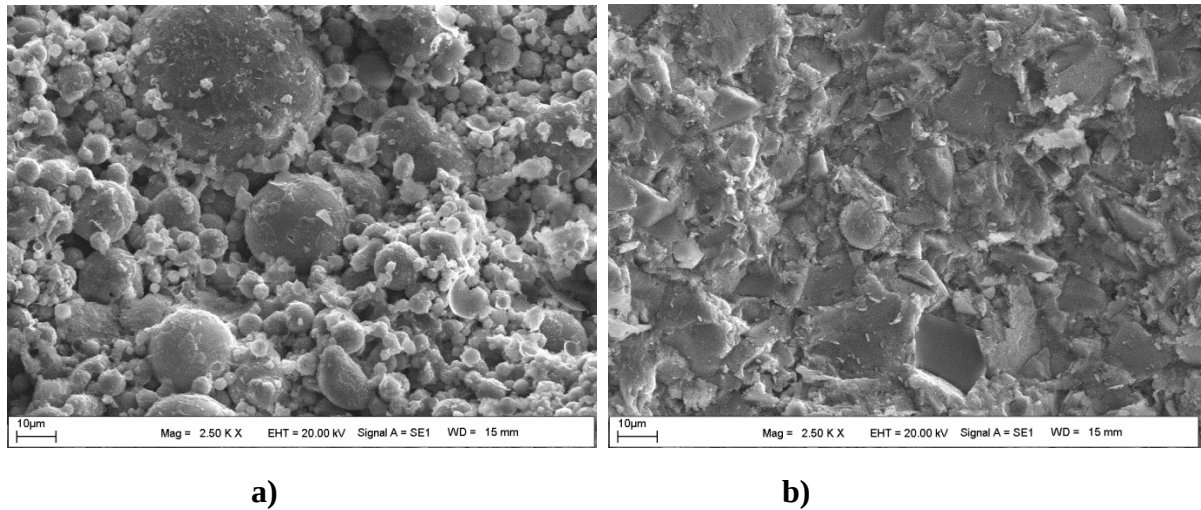


Şekil 5. Geopolimer numunelerin görsel görünüşleri

UK esaslı geopolimer hamur numunesinde asit etkisi sonucu yüzeyde aşınmalar ve köşelerde kırılmalar meydana gelmiştir. Bu durum boşluklu mikro yapısı nedeniyle asit çözeltisinin iç kısımlara daha rahat nüfuz etmesinden kaynaklı olabilir. Ayrıca asit etkisi sonucu numunelerde küçük kılcal çatlaklar da tespit edilmiştir.

- **SEM Analizi**

Geopolimer hamur numunelerinin 14 gün %5 HCl çözeltisine maruz bırakıldıktan sonraki görsel görünüşleri Şekil 6’de verilmiştir



Şekil 6: 14 gün %5 HCl etkisine maruz bırakılmış geopolimer hamur numunelerin SEM görüntüleri, a) %100 UK içeren numune, b) %100 YFC içeren numune

SEM görüntüleri incelendiğinde YFC esaslı numunelerin yoğun ve kompakt bir mikro yapıya sahip olduğu, buna karşılık UK esaslı numunelerin ise daha boşluklu yapıda olduğu görülmüştür. Bu durum basınç dayanımı ve ağırlıklardaki düşüş bulguları ile örtüşmektedir. YFC esaslı numunede bağlayıcı jel yapıları daha belirgindir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Geopolimer bağlayıcıların yaygın uygulamalarının önündeki en büyük engel üretimlerinde ısıl kür gerekliliğidir. Bu çalışmada, YFC ikamesinin laboratuvar koşullarında üretilmiş UK esaslı geopolimer hamurların asit direncine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla hammadde olarak temin edilen UK sırasıyla %20, %40, %60, %80 ve %100 oranlarında YFC ile yer değiştirilmiştir. YFC ikamesi UK esaslı geopolimer hamurların asit öncesi ve sonrası mekanik ve mikroyapı özelliklerinde önemli ölçüde iyileşmeye yol açmıştır. Ülkemizde en fazla üretilen endüstriyel atıklardan biri olan UK'un YFC ile ikame edilerek sürdürülebilir yapı malzemesi olan geopolimer bağlayıcı üretiminde değerlendirilmesi ekonomik ve çevresel birçok avantaj sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi (BAP) tarafından FBA-2020-2062 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Katkılarından dolayı İnönü Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- A. Palomo, M.T. Blanco-Varela, M.L. Granizo, F. Puertas, T. Vazquez, M.W. Grutzeck, Chemical stability of cementitious materials based on metakaolin. Cem Concr Res 29(7) (1999) 997-1004.
- A.M. Al Bakri, H. Kamarudin, M. Bnhussain, I.K. Nizar, A.R. Rafiza, Y. Zarina, The processing, characterization, and properties of fly ash based geopolymer concrete. Rev Adv Mater Sci 30(1) (2012) 90-97.
- ASTM C267 Standard test methods for chemical resistance of mortars, grouts, and monolithic surfacings and polymer concretes. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012.
- ASTM C597-16. Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.
- B. Singh, G. Ishwarya, M. Gupta, S.K. Bhattacharyya, Geopolymer concrete: A review of some recent developments. Constr Build Mater 85 (2015) 78–90.
- B.C. McLellan, R.P. Williams, J. Lay, A. Van Riessen, Corder G.D. Costs and carbon emissions for geopolymer pastes in comparison to ordinary portland cement. J Cleaner Prod 19(9-10) (2011) 1080-1090.

- C. Meyer, The greening of the concrete industry. *Cem. Concr. Compos.* 31(8) (2009) 601-605.
- D. Dimas, I. Giannopoulou, D. Papias, Polymerization in sodium silicate solutions: a fundamental process in geopolymerization technology. *J Mater Sci* 44(14) (2009) 3719–3730.
- D. Hardjito, Studies on Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. Doctor Of Philosophy Thesis, Curtin University of Technology, Perth, 2005.
- F. Kantarcı, İ. Türkmen, E. Ekinci, Optimization of production parameters of geopolymer mortar and concrete: A comprehensive experimental study. *Construction and Building Materials* 228 (2019) 116770.
- H. Xu, J.S.J. van Deventer, The geopolymerisation of aluminosilicate minerals. *Int. J. Miner. Process.* 59(3) (2000) 247–266.
- J. Davidovits, Chemistry of Geopolymeric Systems, Terminology Proc. Geopolymer '99 International Conference, June 30-July 2 1999, Saint-Quentin, France, 9-40 Pages.
- J. Davidovits, High-Alkali Cements for 21st Century Concretes. ACI Special Publication. 144 (1994) 383-398.
- J. Kwasny, T.A. Aiken, M.N. Soutsos, J.A. McIntosh, D.J. Cleland, Sulfate and acid resistance of lithomarge-based geopolymer mortars. *Constr Build Mater* 166 (2018) 537-553.
- J.G.S. van Jaarsveld, J.S.J. van Deventer, G.C. Lukey, The effect of composition and temperature on the properties of fly ash- and kaolinite-based geopolymers. *Chem. Eng. J.* 89(1-3) (2002) 63-73.
- J.N.Y. Djobo, A. Elimbi, H.K. Tchakouté, S. Kumar, Mechanical properties and durability of volcanic ash based geopolymer mortars. *Constr Build Mater* 124 (2016) 606-614.
- J.N.Y. Djobo, A. Elimbi, H.K. Tchakouté, S. Kumar, Mechanical properties and durability of volcanic ash based geopolymer mortars. *Constr Build Mater* 124 (2016) 606-614.
- K.W. Lo, K.L. Lin, T.W. Cheng, Y.M. Chang, J.Y. Lan, Effect of nano-SiO₂ on the alkali-activated characteristics of spent catalyst metakaolin-based geopolymers. *Constr Build Mater* 143 (2017) 455-463.
- M.W. Hussin, M.A.R. Bhutta, M. Azreen, P.J. Ramadhansyah, J. Mirza, Performance of blended ash geopolymer concrete at elevated temperatures. *Mater Struct* 48(3) (2015) 709-720.
- O.M. Damilola, Syntheses, characterization and binding strength of geopolymers: a review. *Int. J. Mater. Sci. Appl.* 2(6) (2013) 185–193.

- P.K. Mehta, R.W. Burrows, Building durable structures in the 21st century. *Indian Concr. J.* 75(7) (2001) 437-443.
- R. Kajaste, M. Hurme, Cement industry greenhouse gas emissions-management options and abatement cost. *J. Cleaner Prod.* 112 (2016) 4041-4052.
- S. Saha, C. Rajasekaran. Enhancement of the properties of fly ash based geopolymer paste by incorporating ground granulated blast furnace slag. *Construction and Building Materials*, 146 (2017). 615-620.
- S. Thokchom, P. Ghosh, S. Ghosh, Effect of Na₂O content on durability of geopolymer mortars in sulphuric acid. *World Acad Sci Eng Technol* 3 (2009) 508-513.
- S.E. Wallah, B.V. Rangan, Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete: Long-Term Properties. Research Report GC₂, Faculty of Engineering, Curtin University of Technology, Perth, 2006.
- S.M.A. El-Gamal, F.A.Selim, Utilization of some industrial wastes for eco-friendly cement production. *Sustainable Mater. Technol.* 12 (2017) 9–17.
- T. Bakharev, J.G. Sanjayan, Y.B. Cheng, Resistance of alkali-activated slag concrete to acid attack. *Cem Concr Res* 33(10) (2003) 1607–1611.
- T. Bakharev, Resistance of geopolymer materials to acid attack. *Cem Concr Res* 35(4) (2005) 658–670.
- T. Blaszczyński, M. Krol, Usage of green concrete technology in civil engineering. *Procedia Eng.* 122 (2015) 296–301.
- T. Kosor, B. Nakić-Alfirević, S. Svilović Geopolymer depolymerization index. *Vib Spectrosc* 86 (2016) 143-148.
- T. Stengel, D. Heinz, J. Reger, Life Cycle Assessment of Geopolymer Concrete – What is the Environmental Benefit. *Proc 24th Biennial Conference of the Concrete Institute of Australia*, September 17–19, 2009 Sydney.
- TS EN 1008 Mixing water for concrete-Specifications for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete, Turkish Standards Institution, Ankara-Turkey, 2003.
- USGS. United States Geological Survey Mineral Commodity Summaries – Cement 2014. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>
- V. Sata, A. Sathonsaowaphak, P. Chindaprasirt, Resistance of lignite bottom ash geopolymer mortar to sulfate and sulfuric acid attack. *Cem Concr Compos* 34(5) (2012) 700–708.
- V.M. Malhotra, Making Concrete “Greener” With Fly Ash. *Concr. Int.* 21(5) (1999) 61-66.

- W.T. Choate, Energy and Emission Reduction Opportunities for the Cement Industry. Report: Industrial Technological Program, Energy Efficiency and Renewable Energy, US Department of Energy, USA, 2003.
- X.S. Shi, Q.Y. Wang, X.L. Zhao, F. Collins, Discussion on properties and microstructure of geopolymer concrete containing fly ash and recycled aggregate. Adv. Mater. Res. 450-451 (2012) 1577-1583.
- Y.H.M. Amran, R. Alyousef, H. Alabduljabbar, M. El-Zeadani, Clean production and properties of geopolymer concrete A review. J Cleaner Prod 251 (2020) 119679.

EFFECT OF HEALTH EDUCATION ON INSULIN THERAPY ON DIABETICS' PATIENTS' QUALITY OF LIFE IN TERTIARY HEALTH CARE FACILITIES IN JIGAWA STATE

Sani Mohammed Sani

Ahmadu Bello University, Zaria-Nigeria

Kamilu Abdullahi

College of Nursing and Midwifery, Birnin Kudu, Jigawa State, Nigeria

Sani Dalhat Khalid

Bayero University Kano, Kano State-Nigeria

Murtala Hassan Hassan

Bayero University Kano, Kano State-Nigeria

Ibrahim Abdullahi Haruna

Bayero University Kano, Kano State-Nigeria

ABSTRACT

This study seeks to determine the effect of Health education on Diabetes mellitus patients' quality of life in tertiary health care facilities in Jigawa state. Constantly changes a patient's life. Patient's self-care, consisting of daily insulin injections or oral anti-diabetic agents, self-monitoring of blood glucose and diabetic diet has an impact on quality of life (QOL) and to manage DM using Insulin the patient is required to make some fundamental changes in behavior to improve their diabetes condition and QOL. The objectives of the study are to determine the medical history of diabetics patients in the study and control group. And also assess the effect of pre and post-intervention diabetics patient's Quality of life for in both the control and study group in tertiary health care facilities, Jigawa state. A quasi-experimental design with a pre- and post-intervention component was employed for the study to find out the effect of health education on insulin therapy on diabetics' patients' quality of life. The finding revealed that there are no significant differences 0.607 ($p>0.05$) in the quality of diabetic patients' life before the intervention. After an intervention, it was observed that there is a remarkable improvement in the quality of life of the study group from 25(26.6%) to 87(92.6%) was recorded with higher quality for life before and after the intervention. The health education was effective in improving the quality of life of diabetic patients. The study recommended that Healthcare professional should adopt or adapt health content and plan used in the study to permit active participation of diabetic patients in teaching-learning processes. Healthcare workers at the diabetic clinics should provide mass or individual health education, especially during follow-up. Hospital policy should make it compulsory for any diabetic clinic day; the healthcare workers must organize health education session.

Keywords: Health Education, Insulin Therapy, Diabetics, Patients' Quality

INTRODUCTION

WHO defines the quality of life as individuals' perceptions of their position in life in the context of the culture and value systems in which they live and concerning their goals, expectations, standards and concerns. (Nagpal et al., 2010). Diabetes mellitus (DM) is a global public health problem, a chronic disease and is now growing as an epidemic in both developed. Developing countries with comorbidities it leads to a substantial decrease in the patients' quality of life (International Diabetes Federation, 2016). Diabetes is one of the largest global health emergencies of the 21st century; each year, more and more people are living with this condition which results in life-long complications. (Dixon et al., 2008). The quality of life (QoL) in general is decreased in diabetic patients regardless of the gender as diabetes is a leading cause of the burden of non-communicable diseases in developing countries. The African region is experiencing a double epidemic of both communicable and non-communicable diseases (Neelammakol, 2008). In Nigeria, the most populous country in Africa, the prevalence of Type 2 Diabetes Mellitus has been high and still increasing, with the country widely reported as having Africa's highest burden of diabetes (Mbanya et al., 2010).

Diabetes was the sixth leading cause of admissions in Enugu, 8.8% admissions into the medical wards at the University of Nigeria teaching hospital with a case fatality of 24% and the leading cause of medical admissions in Nnewi, south-east Nigeria in which diabetic patients with complications of diabetes mellitus suffer from a variety of lifestyle problems. In the end, it affects the renal system by causing nephropathy, vision loss, heart problems, erectile dysfunction, and peripheral neuropathies affecting the QoL (Azevedo & Alla, 2008). In another Nigerian study in Dakace village about 10 km from Zaria, 2.0% of all the detected diabetics were males and above 45 years (Dahiru et al., 2008)

Insulin is mandatory for type 1 diabetes and is frequently required in type 2 diabetes as the disease progresses. Statistics from developed countries show that more than 30% of all people with diabetes use Insulin either singly or in combination with oral anti-diabetic drugs (OADs) (United States Centers for Disease Control and Prevention., 2013). inadequate knowledge regarding Insulin is likely to influence its acceptance and adherence. Being an injectable drug, its use is more likely to be influenced by misconceptions than OADs (United States Centers for Disease Control and Prevention., 2013). Insulin therapy is an important part of diabetes treatment often and is a cornerstone of treatment in type 1 diabetes and also critical, in many cases, to the management of type 2 diabetes. Despite this at least one-third of patients fail to use their Insulin as prescribed, and 20% of adults intentionally skip their doses (Siminerio et al., 2011). Guidelines for the Insulin therapy emphasize that one of the primary objectives is to improve health related quality of life (HRQOL) (Rozenbaum & Chaimovitz, 2016). Studies show that HRQOL is associated with the duration of diabetes, age, gender, diabetic complications, comorbid diseases and the severity of the disease itself (Rozenbaum & Chaimovitz, 2016).

Knowledge about diabetes mellitus and insulin therapy is a prerequisite for individuals and communities to take action for the control of diabetes and improved their quality of life (Inzucchi et al., 2015). One of the low cost strategies used in the training of individuals with DM for self-management is health education. As it improves the acquiring of knowledge, encouraging the attitude of adherence beneficial to the disease and treatment, metabolic control, reduction of acute and chronic complications and, therefore, improve QOL. The nursing care goal is to achieve the improvement in QOL of individuals and health education programs can positively add value to the acquisition of knowledge and the adoption of positive attitude towards the disease and treatment, reflecting, therefore, QOL.

Quality of life assessment is considered as important measure of outcome in chronic disease management.(Richard & Rubin, 2000). The QoL is very important because it is a powerful tool to predict an individual's capacity to manage the disease and maintain long-term health and well-being (Rubin, 2000). Routine assessment of QoL as a part of clinical practice has the potential to improve communication between the patient and the health care provider, identify frequently overlooked problems, assess the problems, and evaluate the effect of therapeutic efforts at the individual patient's level(Acharya et al., 2014).

Thus, the study aimed to assess

Objectives of the study

- To determine the medical history of diabetics patients in the study and control group.
- To determine the effect of pre and post-intervention diabetics patient's quality of life for in both the control and study group in tertiary health care facilities, Jigawa state.

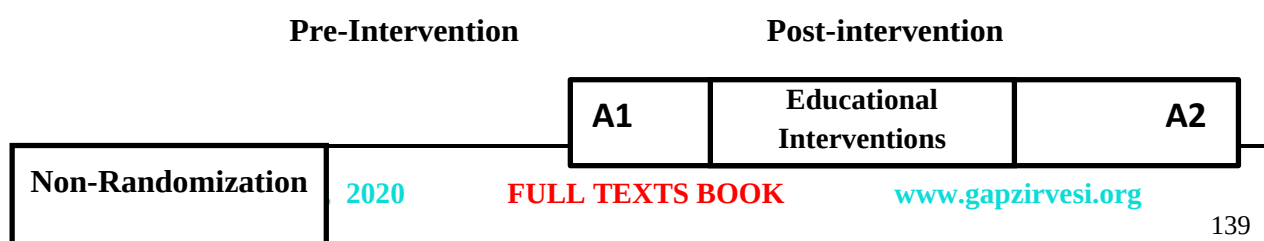
Methods and Materials

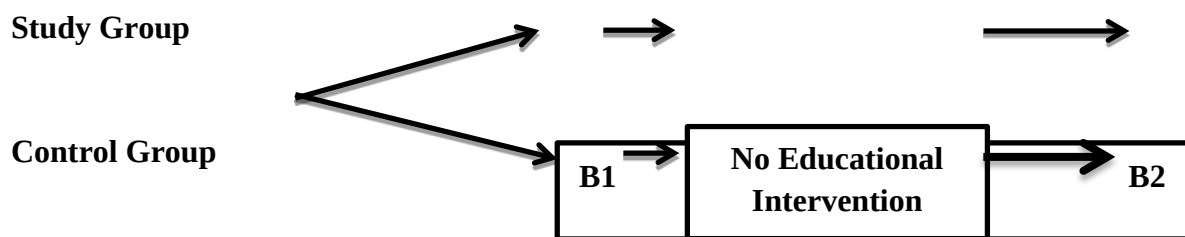
Study setting

The study was carried out in two tertiary health care facilities, Rasheed Shekoni Teaching Hospital, Federal University Dutse and Federal Medical Center (FMC) Birnin Kudu Hospital that offer people with diabetes care to patients in Jigawa state. The two hospitals had t has a total staff strength of 674. It has 19 consultants, 74 Medical officers including senior registrars, 190 nurses, 11 Pharmacists, 7 Physiotherapists, 135 Health Attendants, 18 Medical Laboratory Scientist, 10 Environmental Health officers and 29 Health Record officers and Technicians, Admin Staff and other Staff and The hospital has bed occupancy of about 550 beds We run various services.

Study design

A quasi-experimental design with pre and post-intervention components was employed for the study to find out the effect effect of health education on insulin therapy on diabetics' patients' quality of life.





A= Rasheed Shakoni teaching hospital, Federal University, Dutse

B= Federal Medical Center Birnin Kudu, Jigawa State

Study population and sampling size

The study population comprise diabetic patients in the tertiary healthcare facilities in Jigawa state.

The sample was determined using the formula for comparing two proportion, according to Robert (1997).

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * [p_0(1 - p_0) + p_1(1 - p_1)]}{(p_0 - p_1)^2}$$

A total of 188 diabetics patients was recruited with equal allocation to both groups, thus making 94 for the study group and 94 for the control group. Systematic sampling techniques were employed for the selection of the respondents, and the list of all registered patients formed the sampling frame.

Research Instrument

The data was collected using adapted Diabetes Quality of Life Instrument (DQOLI) developed by Nagpal et al., (2010). The instrument had 8 domains and 34 items, which are Role Limitations (RL), Physical Endurance(PE), General Health(GH), Treatments Satisfactions (TS), Symptoms Bothersness (SB), Financial Worries (FW), Emotional or Mental Health (E/MH) and Diet Advice Tolerance (DT). Two (2) tertiary hospital that render diabetic care in Jigawa state were assessed and 188 diabetic patients participated in the study. The response rate was 100%.

Data Analysis

Data was cleaned, coded and entered in Microsoft excel and Statistical Packages for Social Sciences (SPSS) Version 24. Both Descriptive and Inferential Statistics will be used for the analysis of data. The sociodemographic data of the respondent was analyzed using frequency distribution table and Percentages. Inferential Statistics likes chi-square test of significance and t-Test independent sample will be used for analysis of relationship. The total score for the diabetic patient quality of life range from 0-170. The scoring scale for the Diabetic Patients Quality of Life Questionnaire were categorized as high-103-170(<60%), moderate-85-102 (50-60%), low-0-84 (>50%).

Ethical Approval

Ethical approval was obtained from the health research ethic committee, of Rasheed Shekoni Teaching Hospital, Federal University Dutse and Federal Medical Center Birnin Kudu with a reference number RSSH/GEN/226/V.II/10 and FMC/HREC/APP/CLN/001/1/147. Written informed consent was obtained from the participant, after informed about the research processes.

Result

Diabetic Patients Sociodemographic Characteristics

The study findings shows that, majority of the respondents in the control group 23 (24.5%) aged 50-59 years and that of study group 27 (28.7%) aged 50-59 years. Gender from the study group majority of the respondents 51(54.3%) were males while 43 (47.7%) are female, in the control group 57 (60.6%) were female while 37 (39.4%) represent males. As regard to religion of the respondents, majority of the respondents 95 (90.4%) control group and 93 (98.9%) study group practiced Islam. Educational status of the respondents from the control group majority of the respondents 53(56.4%) had no formal education while the study group 51 (54.2%) had post-secondary education. Occupational status shows that 66(70.2%) of the control group and 39(41.5%) of the study group were unemployed. Marital status majority of the respondents 77 (81.9%) of the control group and 66(70.2%) of the study group were married.

Table 1 Socio Demographic Characteristics of the Respondents (n=188)

VARIABLE		Study Group (n=94)		Control Group(n=94)		X ²	p-value
		Frequency	Percentage	Frequency	Percentage		
Ages in years	10-19	6	6.4	3	3.2	25.30	0.021
	20-29	6	6.4	7	7.4		
	30-39	3	3.2	22	23.4		
	40-49	23	24.5	21	22.3		
	50-59	27	28.7	23	24.5		
	>60	29	30.9	18	19.1	0.001	0.975
Sex	Male	51	54.3	57	60.6	0.107	0.904
	Female	43	45.7	37	39.4		
Religion	Christianity	1	1.1	6	6.4	0.107	0.904
	Islam	93	98.9	85	90.4		

	Others	0	0	3	3.2		
Educational Status	No formal Education	32	34	53	56.4	7.84	0.25
	Primary School completed	11	11.7	30	31.9		
	Post-Secondary Education	51	54.2	11	11.7		
Occupational Status	Unskilled Labour	12	12.8	10	10.6	9.007	0.437
	Skilled Labour	26	27.7	8	8.5		
	Employed	17	18.1	10	10.6		
	Unemployed	39	41.5	66	70.2		
Marital Status	Married	66	70.2	77	81.9	6.094	0.107
	Single	20	21.3	17	18.1		
	Divorced	2	2.1	0	0.		
	Widowed	6	6.4	0	0		

Diabetic Patients Medical history

The duration of diabetes mellitus majority of the respondents 57 (60.6%) from the control group and 46 (48.9%) from study group had DM for a period of 0-5years, the mean duration of diabetes mellitus is (6.47 ± 1.04) years in the study group and (6.22 ± 0.93) years in control group. Majority of the respondents 50 (53.2%) control group presented with type I diabetes mellitus while 49 (52.1%) from study group were diagnosed with type II diabetes mellitus. The analysis showed that there were no significant differences in diabetes durations between the two studied groups from the P-values of 0.634 ($P > 0.05$).

Table 2. Distribution of the Respondents Medical History in the Study and Control Group.

VARIABLE		Study Group (N=94)		Control Group (N=94)		X ²	P-value
		Frequency	Percentage	Frequency	Percentage		
Duration of Diabetes Mellitus in Years	0-5	46	48.9	57	60.6	7.03	0.634
	5-10	30	31.9	16	17.		
	11-15	11	11.7	11	11.7		
	≥16	7	7.4	10	10.6		
Types of Diabetes Mellitus	Type I DM	45	47.9	50	53.2	0.001	0.979
	Type II DM	49	52.1	44	46.8		

Pre-intervention Diabetic Patients Quality of Life

The quality of life domains before the intervention in both studied groups, The pre-intervention control group shows that majority of the diabetic's patients had high mean scores in related to emotional/mental health (18.8 ± 4.03), treatments satisfactions (15.67 ± 2.27), role limitations due to physical health (14.60 ± 9.12) and physical endurance (14.45 ± 9.03), financial worries (14.14 ± 4.49) and a low mean scores in symptoms botherness (10.02 ± 3.45), general health (9.58 ± 3.66) and diet advice tolerance (8.14 ± 4.28) while in the study group before intervention the mean scores are role limitation due to Physical health (11.85 ± 8.26), physical endurance (11.06 ± 7.68), general health (11.17 ± 2.81), treatments satisfactions (11.17 ± 1.92), Symptom botherness (11.73 ± 1.92), financial worries (12.19 ± 4.5), Emotional/mental health (19.60 ± 3.33) and diet advice tolerance (9.03 ± 4.35). The analysis showed that there were no significant differences in the diabetic patients quality of life from the study and control group before the intervention as the probability level of significance observed in the test is 0.607 ($P > 0.05$).

Table 4: Distribution of the studied group according to their Pre-Intervention Quality of Life

Diabetic Patients Domains	Quality of life	Control Group(N=94)		Study Group (N=94)	
		Pre-Intervention		Pre-Intervention	
		Mean	SD	Mean	SD
Role limitation due to physical health		14.60	9.12	11.85	8.26
Physical Endurance		14.45	9.03	11.06	7.68
General Health		9.58	3.66	11.17	2.81
Treatments Satisfaction		15.69	2.72	11.73	1.92
Symptoms Botherness		10.02	3.45	11.73	1.92
Financial Worries		14.14	4.49	12.19	4.50
Emotional/Mental Health		18.82	4.03	19.60	3.33
Diet Advice Tolerance		8.14	4.28	9.03	4.35
Mean ±SD		13.18±3.61		12.2±3.11	
t(14)=0.525, P>0.05(0.607)					

Post-intervention Diabetics Patients Quality of Life

The quality of life domains after the intervention in both studied groups, The post-intervention control group shows that majority of the diabetic's patients had high mean scores in related to role limitation due to physical health (20.03 ± 9.31), emotional/mental health (19.10 ± 4.45) and physical endurance (17.12 ± 9.03) a low mean scores in symptoms Botherness (8.84 ± 3.39) and general health (7.53 ± 3.42) while in the study group after intervention there is a general increases in the mean scores of all the six (6) domains. The analysis showed that there were no significant differences in the diabetic patients quality of life from the study and control group after the intervention as the probability level of significance observed in the test is 0.277 ($P > 0.05$). The recorded mean scores and standard deviation of the domain quality of life items is (13.88 ± 4.64) for the control group and (16.47 ± 1.59) for the study group.

Table 4: Distribution of the studied group according to their Post-intervention Quality of Life

Diabetics Patient's Quality of life Domains	Control Group(N=94)		Study Group (N=94)	
	Post-Intervention		Post-Intervention	
	Mean	SD	Mean	SD
Role limitation due to physical health	20.03	9.31	23.46	7.06
Physical Endurance	17.12	9.03	22.60	6.27
General Health	7.53	3.42	12.01	2.91
Treatments Satisfaction	14.38	2.87	17.03	2.60
Symptoms Botherness	8.84	3.39	12.06	3.09
Financial Worries	13.04	4.54	15.66	3.12
Emotional/Mental Health	19.10	4.45	16.37	1.95
Diet Advice Tolerance	11.01	3.89	12.56	5.21
Mean ±SD	13.88±4.64		16.47±1.59	
	t(14)=-1.132, P>0.05(0.277).			

Pre and Post-Intervention Diabetic Patients Quality of Life Grade

The summary statistics of pre and post-intervention diabetic patients quality of life. In the control group before intervention majority of the respondents 47 (50%) had higher quality of life and only 12 (12.8%) had low quality of life and after intervention majority of the respondents 54 (57.4%) had higher quality of life and 17 (18.1%) had low quality of life. However, the result in the study group revealed that majority of the respondents 52 (55.3%) had moderate quality of life and 17 (18.1%) indicated low quality of life before intervention, while majority 87 (92.6%) scored high quality of life after intervention. The chi-square test result $X^2(3, N=94) = 35.39$, $P < 0.05(0.000)$ shows that there is a statistically significant differences in the frequency of diabetics patients quality of life in the control group before and after intervention. Chi-square test result $X^2(3, N=94) = 69.97$, $P < 0.05(0.000)$ in the study group shows that there is a statistically significant differences in the frequency of diabetic patients' quality of life before and after intervention.

Table 5. Summary of Pre and Post Intervention Diabetic Patients Quality of life Grading in the Control and Study Groups (n=188).

Diabetic Patients Quality of life Grade	Control Group(N=94)				Study Group (N=94)			
	Pre-intervention		Post-intervention		Pre-intervention		Post-Intervention	
	F	%	F	%	F	%	F	%
High QOL	47	50	54	57.4	25	26.6	87	92.6
Moderate QOL	35	37.2	23	24.5	52	55.3	1	1.1
Low QOL	12	12.8	17	18.1	17	18.1	6	6.4
	$\chi^2(3,N=94)= 35.39, P<0.05(0.000)$				$\chi^2(3,N=94)= 69.97, P<0.05(0.000)$			

High-103-170(<60%), Moderate-85-102 (50-60%), Low-0-84 (>50%)

Discussion

The finding of the study showed that majority of the respondents were within the age of 50-59 years with a mean age of 44.7years for the control group and 50.5years for the study group. This is predictable with the facts that the middle and late adulthood population are thought to be the major driver of increasing prevalence of diabetes mellitus in Nigeria and Africa in general. The findings of the study was not in line with that of Figueira, et al. (2017) with an average age of (60.43±8.38)years, the finding is still inconsistent with that of Hadgu, et al. (2016) in which majority of the respondent 68(48.1%) of the respondents age within 18-31years. The finding is similar with that of Jasper et al. (2014) in which majority of the respondents are within the age of 51-60 years, also study findings is not similar with that of Zaki (2014) which more than half of the sample aged 41-65 years.

The findings of the study showed that majority of the respondents 51(54.3%) were males in the study group, and 57(60.6%) were females in the control group. The inferences to be drawn here is that female are more obese than male in our society which lead to impaired glucose tolerance or insulin resistance, Besides, female do not much involve in physical activities and sporting like males, therefore usually presented to clinics with complications. The findings of the study group is related with that of Figueira et al. (2017) in which 48(58.5%) were women and 34(41.5%) men. Also, the study is inconsistent with the findings of Ogbera and Kuku (2012) and Atalla (2016), in which nearly half of both group are female respectively.

The study findings showed that Muslims formed the majority of the respondent by 95(90.4%) control group and 93(98.9%) study group. This is due to the facts that Jigawa State is a located in Northwestern part of Nigeria, which is predominately Muslims populated area. Contrasting finding was reported by Jasper et al. (2014) which majority of the respondents

were Christians. Although, the study is related to the findings reported from Sajai (2017) in which 80% of the respondents were Muslims.

Most 53(56.4%) of the respondents had no formal education in the control group and 51(54.2%) had post-secondary education in the study group. It was inferred that the respondent in the control group are less formally educated but claims to have acquired Quranic education and thus respondents in the study group came to diabetic's clinic from various communities outside Jigawa State which make them to acquire a higher level of educational status. The finding of the study is in line with that of Ogbera and Kuku (2012) and Sajai (2017) who variously reported that majority of the respondents had secondary and tertiary education in the study group. . The study finding is not in congruents with that of Choudhury and Hazra(2014) reported that 96.6% of the respondents completed at least their primary education, findings also not related to that of Atalla(2016) reported that majority of both groups were moderately educated.

Based on occupational status the study finding showed that majority of the respondents in control group 66(70.2%) and the study group 39(41.5%) were unemployed. This is due to the facts that most of them are less educated and practice farming as an occupation. The study finding is not in line with that of Ogbera and Kuku (2012) which reported that about half (53%) of persons studied were gainfully employed and earned an income.

Most 77(81.9%) of the respondents in the control group and 66(70.9%) of the study group were married, the study finding is similar with that of Ogbera and Kuku (2012) and Hadgu, et al., (2016) who reported that most of the respondents were married.

The finding of the study showed that majority of the respondents in the control group 57(60.6%) and in the study group 46(48.9%) have been battling with DM between 0-5years, with a means duration of 6.47 ± 1.04 years in the study group and 6.22 ± 0.93 years in control group. it shows that most of the respondents are at early stage of diagnosis for DM. The finding of the study is in line with that of Jasper et al., (2014) reported that 27(50%) of the respondents had been diagnosed with DM in less than 5years, but the study finding is contrary to that of Sajai (2017) and Figueira et al., (2017) who variously reported that most of DM had been diagnosed at greater than 10 years of age.

Most diabetic patients 50(53.2%) in the control group presented with type I DM and 49(52.1%) from the study group diagnosed with type II DM. The finding of the study is not similar with that of Ogbera and Kuku (2012) and Jasper et al., (2014) who reported that most of the respondents had type II DM and only few had type I DM.

The study findings show that there is no significant differences in the diabetic patient quality of life means scores before the intervention $t(14)=0.525$, $P>0.05(0.607)$ and after the intervention $t(14)=-1.132$, $P>0.05(0.277)$ from the study and control group. Though, in the study group, T-test analysis on the quality of life mean score $t(7)= -2.25$, $P<0.05(0.03)$ showed a significant differences before and after the intervention. Grading diabetics patient

quality of life scores shows that, before intervention, 47(50%) of respondents had higher quality of life in the control group compare with 25(26.6%) higher quality of life in the study group. Moreover, after intervention, 54(57.4%) had high quality of life in the control group and 87(92.6%) had higher quality of life in the study group. The findings of the study is in line with that of Sonal et al., (2018) reported in a intervention based study on patients education, subjects in both intervention and control group shows poor health related quality of life and after six(6) months of patient education, health related quality of life improves substantially in the intervention group with respects to control group ($P < 0.05$). The study findings are related to that of Nabuurs-franssen and Kruseman, (2005) which reported that low health related quality of life at T1 and higher at T2 especially concerning physical and social functioning.

The study finding is not similar with that Harish et al. (2014) which reported the means and standard deviation of the domains quality of life, physical (0.73 ± 14.44 and 65.83 ± 11.56), psychological (60.79 ± 14.78 and 66.36 ± 13.43), social (52.87 ± 21.98 and 62.57 ± 19.30), environment (70.26 ± 11.55 and 75.40 ± 10.43), also in congruent with the findings of Sahi et al. (2018).

Conclusion

QoL has become an important outcome measurement in the success of treatment among diabetic Patients The study was carried out to evaluate the effect of health education on insulin therapy on diabetic patient QoL, Majority of the diabetic patients had a history of diabetes for a period of 0-5years. There is no any significant differences 0.607 ($p > 0.05$) in the quality of diabetic patients life before intervention. After intervention it was still observed that there is still no significant difference 0.277 ($p > 0.05$) in QoL between the studied group but a remarkable improvements in the quality of life of the study group from 25(26.6%) to 87(92.6%) was recorded with higher quality for life before and after the intervention. The health education was effective in improving the quality of life of diabetic patients.

Recommendations

- Healthcare professional should adapt/adopt health content and plan used in the study to permit active participation of diabetic patients in teaching-learning processes.
- Healthcare workers at the diabetic clinics should provide mass or individual health education especially during follow-up
- Hospital policy should make it compulsory for any diabetic clinic day, health education session must to be organized by the healthcare workers.

Conflicts of Interest Disclosure

The authors declared that there is no conflict of interest.

Study Limitations

- The follow-up for the intervention was just for three (3) month. The effects of intervention will be more clear if it is longer than the duration.
- The study failed to take in to considerations the complications possess by diabetic patients
- The study is limited to diabetic patients on subcutaneous insulin therapy only.

REFERENCE

- Acharya LD, Kareem S, Ashan FK, M. S. (2014). Development and validation of quality of life assessment instruments for diabetic patients. *Asian J Pharm Health Sci*, 4(4), 1114–1120.
- Atalla, H. R. A. (2016). Effectiveness of nursing intervention regarding self insulin administration among diabetic patients. *Clinical Nursing Studies*, 4(2), 57–66.
- Azevedo, M., & Alla, S. (2008). Diabetes in sub-saharan Africa: kenya, mali, mozambique, Nigeria, South Africa and zambia. . *International Journal of Diabetes in Developing Countries*, 28(4), 101.
- Choudhury, S. D., Das, S. K., & Hazra, A. (2014). (2014). Survey of knowledge-attitude-practice concerning insulin use in adult diabetic patients in eastern India. , 46(4), 425. *Indian Journal of Pharmacology*, 46(4), 425.
- Dahiru, T., Jibo, A., Hassan, A. A., & Mande, A. T. (2008). (2008). Prevalence of diabetes in a semi-urban community in northern Nigeria. *Nigerian Journal of Medicine*, 17(4), 414–416. *Nigerian Journal of Medicine*, 17(4), 414–416.
- Dixon, J. B., O'Brien, P. E., Playfair, J., Chapman, L., Schachter, L. M., Skinner, S., ... & Anderson, M. (2008). Adjustable gastric banding and conventional therapy for type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Jama*, 299(9), 316–323.
- Figueira, A. L. G., Boas, L. C. G. V., Coelho, A. C. M., Freitas, M. C. F. D., & Pace, A. E. (2017). *Educational interventions for knowledge on the disease, treatment adherence and control of diabetes mellitus*. *Revista latino-americana de enfermagem*,. 25., DOI: 10.1590/1518-8345.1648.2863.
- Gerense, H., Moges, A., Shumiye, B., Abrha, F., Yesuf, M., Biriha, T., ... & Getahun, Z. (2015). Knowledge and Attitude on Insulin Self Administration Among Type One Diabetic Patients in Mekele Hospital, Tigray, Ethiopia, 2015. *Advances in Surgical Sciences*, 3(5), 32.
- International Diabetes Federation, I. (2016). . *Diabetes Atlas*, [cited 2018 feb10]. Available from: <http://www.idf>.
- Inzucchi, S. E., Bergenstal, R. M., Buse, J. B., Diamant, M., Ferrannini, E., Nauck, M., ... & Matthews, D. R. (2015). Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2015: a patient-centered approach: update to a position statement of the American Diabetes

- Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 38(1), 140–149.
- Jasper, U. S., Opara, M. C., Pyiki, E. B., & Akinrolie, O. (2014). Knowledge of insulin use and its determinants among Nigerian Insulin requiring diabetes patients. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 13(1), 10.
- Knowledge and Attitude on Insulin Self Administration Among Type One Diabetic Patients in Mekele Hospital , Tigray , Ethiopia ... Knowledge and Attitude on Insulin Self Administration Among Type One Diabetic Patients in Mekele.* (2016). September 2015. <https://doi.org/10.11648/j.ass.20150305.11>
- M.Sonal SekharaM.K. Unnikrishnana1 K. Vijayanarayanaa Gabriel Sunil Rodriguesb. (2018). Impact of patient-education on health related quality of life of diabetic foot ulcer patients: A randomized study. *Clinical Epidemiology and Global Health*.
- Mbanya, J. C. N., Motala, A. A., Sobngwi, E., Assah, F. K., & Enoru, S. T. (2010). Diabetes in sub-saharan africa. *The Lancet*, 375(9733), 2254–2266.
- Nabuurs-franssen, A. M. H., & Kruseman, N. (2005). *Health-related quality of life of diabetic foot ulcer patients and their caregivers*. 1906–1910. <https://doi.org/10.1007/s00125-005-1856-6>
- Nagpal J, Kumar A, Kakar S, B. A. (2010). he Development of Quality of Life Instrument for Indian Diabetes Patients (QOLID): A Validation and Reliability Study in Middle and Higher Income Groups. *T J Assoc Physicians India*, 58, 295-304.
- Nagpal, J., Kumar, A., Kakar, S., & Bhartia, A. (2010). *The Development of 'Quality of Life Instrument for Indian Diabetes Patients (QOLID) : A Validation and Reliability Study in Middle and Higher Income Groups*. 58(may), 295–304.
- Neelammakol, M. (2008). No Title Diabetes an emerging health problem in India. Health action. 2008. Nov 4;6 (10):4,5,14,16. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, Vol.5(Issue 1, 2012), (10):4,5,14,16.
- Richard R. Rubin, PhD, C. (2000). Diabetes and Quality of Life. *Diabetes Spectrum*, 13, 48.
- Rozenbaum EA, Chaimovitz C, B. J. (2016). quality of life of patients on chronic dialysis. *Isr J Med Sci*, 20(2), 104–108.
- Rubin RR. (2000). Diabetes and quality of life. *Diabetes Spectrum*, 13(1), 21.
- Sahi, N. S., Cupani, M., Scientific, N., & Rubin, G. B. (2018). *Adaptation of Diabetes-Specific Quality-of-Life Scale for patients with type 1 diabetes*. June. <https://doi.org/10.24875/ALAD.18000328>
- Siminerio, L., Kulkarni, K., Meece, J., Williams, A., Cypress, M., Haas, L., ... & Lavernia, F. (2011). Strategies for insulin injection therapy in diabetes self-management. *Diabetes Education Journal*, 37(6), 1–10.

Somappa, H. K., Venkatesha, M., & Prasad, R. (2014). Quality of life assessment among type 2 diabetic patients in rural tertiary centre. *International journal of medical science and public health*, 3(4), 415-418.

United States Centers for Disease Control and Prevention. (2013). Diabetes data and trends: Age-adjusted percentage of adults with diabetes using diabetes medication, by type of medication, United States, 1997-2011 [document on the internet]. 2013. Available from: <http://www.cdc.gov/diabetes/statistics/meduse/fig2.htm>. *Diabetes Data and Trends: Age-Adjusted Percentage of Adults with Diabetes Using Diabetes Medication, by Type of Medication, United States*, [document(Available from: <http://www.cdc.gov/diabetes/statistics/meduse/fig2.htm> [Last accessed on 2018 Jan 20]).

ÇOCUK BEZİ TELEFLERİNİN YÜKSEK PERFORMANSLI SORBENT ÜRÜN OLARAK YENİDEN KULLANIMI

REUSE OF CHILD DIAPER WASTE AS HIGH PERFORMANCE SORBENT PRODUCT

Dr. Utkay DÖNMEZ

Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. Arge Merkezi, Onikişubat, Kahramanmaraş.

Duhan Soyşan KEBELİ

Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. Arge Merkezi, Onikişubat, Kahramanmaraş.

Pınar ÇAM

Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. Arge Merkezi, Onikişubat, Kahramanmaraş.

Gökhan YARDIM

Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. Arge Merkezi, Onikişubat, Kahramanmaraş.

Murathan SEVİM

Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. Arge Merkezi, Onikişubat, Kahramanmaraş.

ÖZET

Günümüzde en önemli enerji kaynağı olan petrol ve türevlerine dünyanın her yerinde ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebepten petrol bazen boru hatlarıyla, bazen tankerler ile bazen gemiler ile taşınmaktadır. Taşınma sırasında her yıl petrol sızıntıları önemli çevre ve ekonomik hasara neden olmaktadır.

Sorbent malzemeler yağ/su ayrıştırıcılarında, döküntü temizlemede ve çevresel temizlemede kullanılmaktadır. Sorbent malzemeler organik, inorganik ya da sentetik malzemelerden imal edilebilir. Denizlerdeki petrol kirliliğini temizleyebilmek için farklı sorbent malzemeler kullanılmaktadır. Kapok, pamuk, süt bitkileri, pirinç kabuğu, mısır koçanı, saman, pamuk telefleri gibi doğal liflerden ve bitki atıklarından, polipropilen liflerden, perlit, karbon elyaf gibi malzemelerden üretilen emiciler, denizde ve karada petrol temizliği amacıyla kullanılmaktadır. Polipropilen ürünler, su yüzeyinde uzun süre kalarak petrol/yağ birikintilerini kolaylıkla temizleyebilmektedir. Bu sorbentlerin en göz alıcı özelliklerinden biri de atık plastiklerden de üretilibilmeleridir, böylece petrol dökülmeleri ve atık kirliliği ile ilgili çevresel problemlerle aynı anda mücadelede yardımcı olmaktadır.

Geri dönüşüm süreci en zorlu ürünlerden birisi de nihai ürün olan çocuk bezi/Yetişkin hasta bezi vb. ürün grubudur. Çok hızlı bir üretim sürecine sahip bu ürünler, polietilen (PE), polipropilen (PP), polyester (PES), viskon, odun hamuru, pamuk lifi, SAP, tutkal vb., birçok malzemenin birleşmesi ile meydana gelmektedir. Çok bezi üretimi, Endüstri 4.0 gelişimine hızla ayak uyduran ve yaklaşık 1000 adet /dk üretim hızına ulaşmış makineler ile gerçekleştirilmektedir. Bu üretim hızında meydana gelebilecek çok küçük bir hata, birkaç dakika dahi sürse binlerce hatalı üretim anlamına gelmektedir.

Bu çalışmada çocuk bezi/yetişkin bezi gibi telef/hurda ürünlerin sorbent ürün haline dönüştürülmüş ve performansları incelenmiştir. %100 çocuk bezi teleflerinden elde edilen sorbent ürün kendi ağırlığının 14 katı su, yaklaşık 10 katı yağ absorblamıştır. Meltblown kırıntılarından elde edilen ürünlere alternatif ürünler de üretilmiş ve üretilen ürünlerin performans değerleri nihai var olan ürünlere kıyasla daha iyi değerler verdiği gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda, çevre dostu bir proses olan atık teleflerin değerlendirilmesi ve temizleme amaçlı sorbent ürünler üretiminde kullanılması içinde yeni bir proses geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sorbent ürünler, telef meltblown, telef çocuk bezleri,

ABSTRACT

Today, oil and its derivatives, which are the most important energy sources, are needed all over the world. For this reason, oil is transported sometimes by pipelines, sometimes by tankers and sometimes by ships. Oil spills every year during transport cause significant environmental and economic damage.

Sorbent materials are used in oil / water separation, spillage cleaning and environmental cleaning. Sorbent materials can be manufactured from organic, inorganic or synthetic materials. Different sorbent materials are used to clean oil pollution in the seas. Absorbents produced from natural fibers such as Kapok, cotton, dairy plants, rice husk, corn cob, straw, cotton waste, and materials such as plant wastes, polypropylene fibers, perlite, carbon fiber are used for oil cleaning at sea and on land. Polypropylene products can easily clean oil / oil deposits by staying on the water surface for a long time. One of the most striking features of these sorbents is that they can also be produced from waste plastics, thus helping to combat environmental problems related to oil spills and waste pollution at the same time.

One of the most challenging products in the recycling process is the final product, such as diapers / adult diapers. These products, which have a very fast production process, are formed by the combination of many materials such as polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyester (PES), viscose, wood pulp, cotton fiber, SAP, glue, etc. The production of diapers is carried out with machines that quickly keep pace with the development of Industry 4.0 and have reached a production speed of approximately 1000 pieces / min. A very small mistake that may occur at this production speed means thousands of faulty production even if it takes a few minutes.

In this study, waste / scrap products such as diapers / adult diapers were transformed into sorbent products and their performances were examined. The sorbent product obtained from 100% diaper waste has absorbed 14 times its own weight of water and approximately 10 times oil. Alternative products were also produced to the products obtained from Meltblown clippings and it was observed that the performance values of the produced products gave better values compared to the final existing products. As a result of the study, a new process

has been developed for the evaluation of waste waste, which is an environmentally friendly process, and its use in the production of sorbent products for cleaning.

Keywords: Sorbent Products, Waste Meltblown, Waste Diapers,

GİRİŞ

İnsanoğlu ve ihtiyaçları her geçen gün artmakta iken çevreye verdiği zarar da maalesef her geçen gün artmaktadır. Günümüzde en önemli enerji kaynağı olan petrol ve türevlerine dünyanın her yerinde ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebepten petrol bazen boru hatlarıyla, bazen tankerler ile bazen de gemiler ile taşınmaktadır (Daling and Strom, 1999; Wei vd., 2003). Taşınma sırasında her yıl petrol sızıntıları önemli çevre ve ekonomik hasara neden olmaktadır. Bilinen en büyük felaketler ise 1999 yılında Fransa'daki Erika döküntüsü ve 2010 yılında Meksika Körfezi'ndeki petrol sızıntısıdır (Crone ve Maya, 2010; Al-Majed vd., 2014).

Sorbent malzemeler yağ/su ayrıştırılmalarında, döküntü temizlemede ve çevresel temizlemede kullanılmaktadır (Gui vd., 2010; Wu vd., 2014). Sorbent malzemeler organik, inorganik ya da sentetik malzemelerden imal edilebilir (Abdullah vd., 2010). Denizlerdeki petrol kirliliğini temizleyebilmek için farklı sorbent malzemeler kullanılmaktadır. Kapok, pamuk, süt bitkileri, pirinç kabuğu, mısır koçanı, saman, pamuk telefleri gibi doğal liflerden ve bitki atıklarından (Bayat vd., 2005; Choi and Cloud, 1992; Wei vd., 2003, Choi and Moreau, 1993; Yuan vd., 2008), polipropilen liflerden (Schrader, 1993; Schmenk vd., 2000), perlit, grafit (Toyoda vd., 1998), karbon elyaf (Bayat vd., 2005) gibi malzemelerden üretilen emiciler, denizde ve karada petrol temizliği amacıyla kullanılmaktadır.

Polipropilen (PP) meltblown kumaşlarını oluşturan lifler geniş yüzey alanı, yüksek gözeneklilik, küçük lif çapları ve gözenek boyutları ile yüksek performans sergilemektedir (Kamin vd., 2019). PP sorbent ürünler yüksek yağ emiş kapasitesi ve çok düşük su emiş kapasitesine sahip bir malzemedir (Zhu vd., 2011; Wu vd., 2014). Aynı zamanda çok düşük yoğunluğa sahip olması onu petrol/yağ temizliğinde vazgeçilmez bir ürün haline getirmiştir. PP ürünler, su yüzeyinde uzun süre kalarak petrol/yağ birikintilerini kolaylıkla temizleyebilmektedir (Nederveen, 1994; Wei vd., 2003).

Petrol ve gaz endüstrisindeki gelişmeler çevre kirliliği riskini de beraberinde getirdiği birçok uluslararası raporlarda belirtilmektedir (Kamin vd., 2019). Çevre kirliliği ile mücadelede tercih edilen malzeme yüksek yağ emicilik yeteneğine, ekosisteme zarar vermeyecek yapıda, mümkün olduğunca tekrar kullanılabilir ve düşük maliyete sahip olmalıdır. Bu amaçla tasarlanan malzemeler de su emiş yeteneği mümkün olduğunca düşük olmalıdır (Bayat, 2005).

Ayrıca, bu sorbentlerin sağlamlığı, onları petrol dökülmelerine özgü zorlu ortamlarda kullanışlı kılar. Bu sorbentlerin en çekici özelliklerinden biri, atık plastiklerden de üretilibilmeleridir, böylece petrol dökülmeleri ve atık kirliliği ile ilgili çevresel problemlerle aynı anda mücadeleye yardımcı olmaktadır (Saleem vd., 2015). Geri dönüşüm, atıkların en

aza indirilmesi, karbondioksit emisyonlarının azaltılması ve katma değerli ürünlerin faydalarını sağladığı için plastik atıkları kullanmanın umut verici bir yoldur (Hopewell vd., 2009). Plastik atık uygulamasının faydalı, katma değerli yeniden kullanımından ziyade düşük maliyetli bir yaklaşımla ortadan kaldırılmasına odaklandığına inanılmaktadır. Petrol döküntülerinin temizlenmesinin önemi nedeniyle, son yıllarda ileri emici malzemeler hakkında birçok inceleme yapılmıştır. Özellikle polipropilen ve polietilen gibi hidrofobik özellik gösteren atıklardan sorbent ürünler imal edilebilmektedir (Saleem vd., 2018).

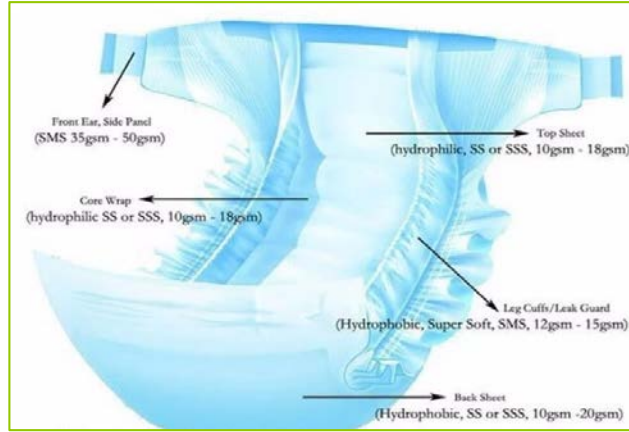
PP meltblown kumaşlar çok çeşitli amaçlar için üretilmektedir. Üretimleri sırasında hatalı üretim, kumaş kenarı gibi sebeplerden dolayı telef ürünler oluşmaktadır. PP termoplastik yapıda olmasına rağmen, PP meltblown kumaşlar tekrardan kullanılamamaktadır. Bu sebepten, meltblown telefleri geri dönüşüm sürecinde yeniden kullanarak, farklı ürünler haline dönüştürülmesi daha ekonomik görülmektedir. Şekil 1’de meltblown sorbent ürünler verilmiştir.



Şekil 1. Sorbent Ped/Sosis Ürünler

Geri dönüşüm süreci en zorlu ürünlerden birisi de nihai ürün olan çocuk bezi/Yetişkin hasta bezi vb. ürün grubudur. Çok hızlı bir üretim sürecine sahip bu ürünler, polietilen (PE), polipropilen (PP), polyester (PES), viskon, odun hamuru, pamuk lifi, SAP, tutkal vb. birçok malzemenin birleşmesi ile meydana gelmektedir.

Çok bezi üretimi, Endüstri 4.0 gelişimine hızla ayak uyduran ve yaklaşık 1000 adet /dk üretim hızına ulaşmış makineler ile gerçekleştirilmektedir. Bu üretim hızında meydana gelebilecek çok küçük bir hata, birkaç dakika dahi sürse binlerce hatalı üretim anlamına gelmektedir. Kullanılabilecek olanlar 2. kalite olarak satılırken kullanılmaz olanlar hurda olarak ayrılmaktadır. Kullan at bebek bezlerinde emici yüzeyler, süper emici polimer, tekrar yapıştırılabilen bantlar, ön bant, bel bandı, bacak bariyerleri ve lastikleri, ıslaklık göstergeleri, cilt koruyucu losyon, sıvı geçirmeyen dış yüzey kullanılmaktadır (Aksoy, 2012; Dönmez vd., 2019). Kullan at bebek bezi şematik görüntüsü Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Bebek bezini oluşturan katmanlar

Meltblown kumaşlardan imal edilen pillow ürünün yağ ve su emiş yetenekleri bilinmektedir. Bu çalışmada, telef meltblown kumaşları ve hurda çocuk bezi ürünleri kullanılarak, yüksek yağ ve su emiş performansına sahip pillow ürünler geliştirmek ve söz konusu telef ve hurdaların tekrar kullanımı ile çevreci nitelikli ürün tasarlamak çalışmanın amaçlarını oluşturmaktadır. Ayrıca geliştirilecek pillow ürünlerin kılıf alanları üzerine çalışmalar yapılarak optimum performansa sahip, düşük maliyetli pillow ürünler de tespit edilecektir.

YÖNTEM

Materyal

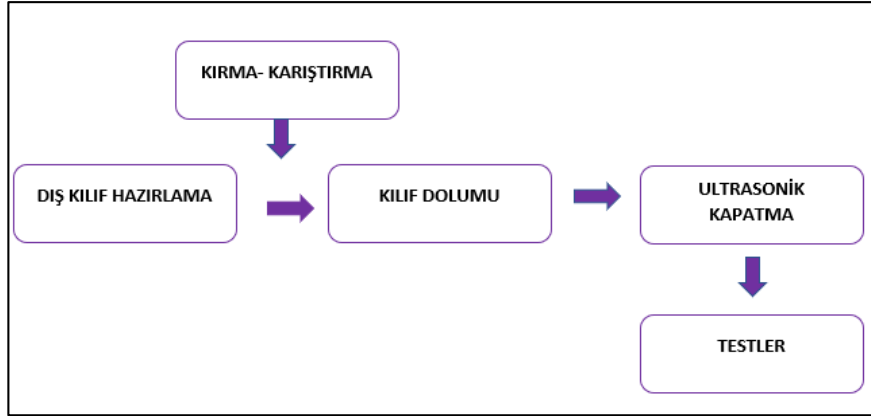
Çalışmada hurda çocuk bezleri, çocuk bezi üretimi gerçekleştiren bir firmadan temin edilmiştir. Temin edilen çocuk bezleri (8600 gr) Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. firmasında kırma cihazında kırılmış ve 8400 gr çocuk bezi partikülü elde edilmiştir. Hurda çocuk bezlerinin kırma işlemi Şekil 3’de verilmiştir. Geliştirilecek ürünlerde kullanılan bir diğer kırıntı ise meltblown kumaş teleflerinden elde edilmiştir.



Şekil 3. Hurda Çocuk Bezi Teleflerin Kırma ve Ayırma İşlemleri

Metot

Pillow sorbent ürünler, belirli ölçülerdeki kılıf içerisinde telef meltblown ve hurda çocuk bezi kırıntılarından meydana gelmektedir. Referans pillow ürün, 160 gr ağırlığında olup, içeriğinde hidrofilik özellikli meltblown kırıntı, dış kılıf ise gri spunbond kumaştan meydana gelmektedir. Kılıf ölçüleri 25*25 cm² olup, 7-8 kat su emiş, 10-11 kat yağ emiş özelliklerine sahiptir. Pillow numuneler, Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. firmasında bulunan düz dikiş ve ultrasonik dikiş makinesi, kırma ve dolum makinesi kullanılarak üretilmiştir. Çalışma için geliştirilen kılıflar için iş akış diyagramı Şekil 4’ de verilmiştir.



Şekil 4. Pillow Üretim İş Akış Diyagramı

Çalışma kapsamında çocuk bezi/hasta bezi teleflerinin sorbent pillow ürünlerde kullanımı için bir dizi deneysel çalışma yapılacaktır. Bu çalışmalar iki başlık altında yürütülecektir.

1. Hurda tüm çocuk bezi (TÇB) telefleri ve meltblown (MB) teleflerden %100 TÇB, %85-15 TÇB+MB, %75-25 TÇB+MB, %50-50 TÇB+MB, %25-75 TÇB+MB, %15-85 TÇB+MB, %100 MB oranlarda karıştırılarak, 25*25 cm² pillow numuneler hazırlanacak ve numunelerin yağ ve su emicilik performansları karşılaştırılacaktır,
2. TÇB (%100) ve MB (%100) pillow numuneleri, 20*20 cm², 21*21 cm², 22*22 cm², 23*23 cm², 24*24 cm² ve 25*25 cm² ölçülerinde üretilecek ve kılıf ölçülerinin, yağ ve su emicilik performansları karşılaştırılacaktır.

Çalışma kapsamında üretilecek ürünlere uygulanacak olan test ve analizler aşağıda Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Test ve Analizler

Performans Testleri	Standartlar
Gramaj Testi	EDENA - NWSD 120.1
Suy ve Yağ Absorblama Testi	EDENA - NWSD 010.4

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

İşletmede meltblown teleflerin kırpma ve dolum süreçlerinde nasıl çalışılacağı tecrübe edilmişti, ancak hurda tüm çocuk bezlerinin kırpma ve dolum makinelerinde ilk kez çalışılmıştır. Bu sebeple düşük hızlarda başlayıp, optimum hız ve süreler tespit edilmiş, numuneler hazırlanmıştır. Her bir pillow numunesi 160 gr olarak hazırlanmıştır.

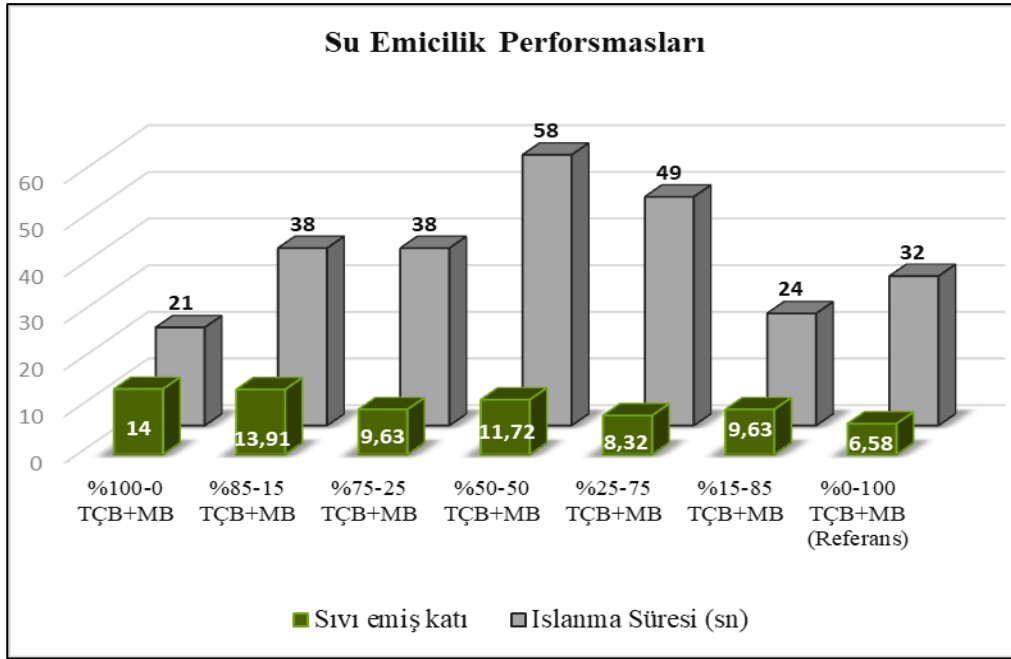
Pillow İçeriği İçin En Uygun Kırpıntının Belirlenmesi

Tüm çocuk bezi telefleri (TÇB) ve meltblown telefleri (MB) karışımlarından elde edilen pillow numunelerin su/yağ emicilik performansları incelenmiş sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tüm Çocuk Bezi ve Meltblown Kırpıntı Karışımlarının Su Emicilik Testi

Pillow Su Emicilik	%100-0 TÇB+M B	%85-15 TÇB+M B	%75-25 TÇB+M B	%50-50 TÇB+M B	%25-75 TÇB+M B	%15-85 TÇB+M B	%0-100 TÇB+M B
Islanma Süresi (sn)	21	38	38	58	49	24	32
İlk tartım (kg)	0,164	0,161	0,160	0,158	0,161	0,160	0,161
Son tartım (kg)	2,46	2,40	1,70	2,01	1,50	1,70	1,22
Sıvı emiş katı	14,00	13,91	9,63	11,72	8,32	9,63	6,58
Sıvı emiş oranı (%)	%1400,0	%1390,7	%962,5	%1172,15	%831,7	%962,5	%657,76

%100 MB referans numunesinin su emicilik süresinin 32 sn iken, %100 TÇB numunesinin su emicilik süresi 21 sn olarak tespit edilmiştir. Ayrıca %100 MB referans numunesi, kendi ağırlığının 6,58 katı su emicilik değerine sahipken, %100 TÇB numunesinde 14 kat sıvı emiş değeri tespit edilmiştir. %50-50 TÇB+MB numunesinde ise 11,72 kat sıvı emiş değeri tespit edilmiştir. TÇB katkılı pillow ürünlerinin sıvı emiş performansı, referans numunesine göre daha yüksek performans göstermiştir. Su emicilik testinde elde edilen sıvı emiş katı ve ıslanma süreleri Şekil 6’de verilmiştir.



Şekil 6. Tüm Çocuk Bezi ve Meltblown Kırpıntı Karışımlarının Islanma Süreleri ve Su Emicilik Performans Değerleri

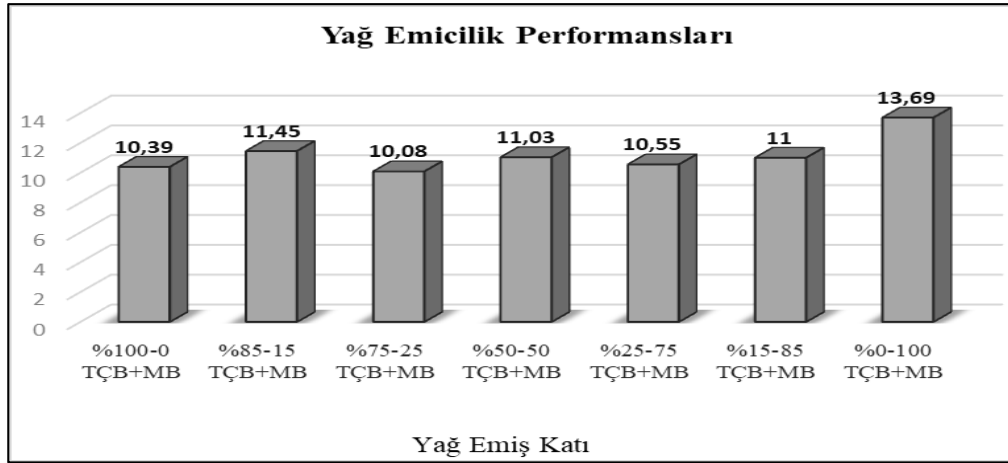
Pillow numunelerin yağ teknesinde ıslanması için 24 saat bekletilmiş ve tekneden çıkarıldıktan sonra da üzerine aldığı fazla yağı süzmesi için 4-5 saat bekletilmiştir. Pillow numunelere ait yağ emicilik performansları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Tüm Çocuk Bezi ve Meltblown Kırpıntı Karışımlarının Yağ Emicilik Testi

Pillow Yağ Emicilik	%100-0 TÇB+MB	%85-15 TÇB+MB	%75-25 TÇB+MB	%50-50 TÇB+MB	%25-75 TÇB+MB	%15-85 TÇB+MB	%0-100 TÇB+MB
Islanma Süresi (sn)	24	24	24	24	24	24	24
İlk tartım (kg)	0,158	0,159	0,158	0,158	0,161	0,160	0,162
Son tartım (kg)	1,80	1,98	1,75	1,90	1,86	1,92	2,38
Yağ emiş katı	10,39	11,45	10,08	11,03	10,55	11,00	13,69
Yağ emiş oranı (%)	%1039,2	%1145,3	%1007,6	%1103	%1055,3	%1100,0	%1369,14

%100 MB referans numunesi kendi ağırlığının 13,69 kat yağ emicilik değerine sahipken, %100 TÇB numunesi 10,39 kat yağ emiş değeri verdiği tespit edilmiştir. %50-50 TÇB+MB numunesi ise 11,03 kat yağ emiş değerini vermiştir.

TÇB ve MB telef kırpıntı karışımlarının yağ emiş kat performans değerleri Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Tüm Çocuk Bezi ve Meltblown Kırpıntı Karışımlarının Yağ Emicilik Performansları Performanslarına Göre En Uygun Kılıf Ölçülerinin Belirlenmesi

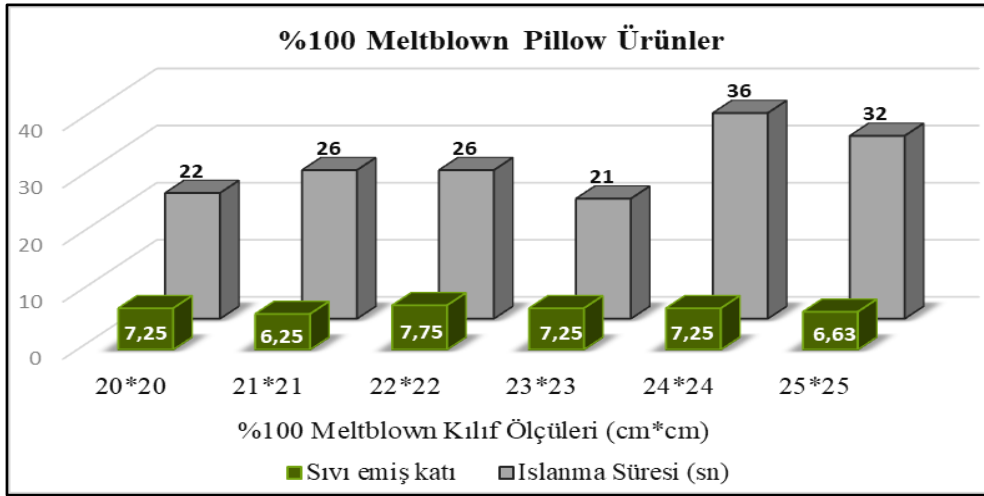
Çalışmada %100 TÇB ve %100 MB kırpıntı ürünlerden elde edilen pillow numunelerin, dış kılıf ebatları arasındaki farklılıklardan doğabilecek su/yağ emicilik performansları incelenmiş ve performans değerleri Tablo 4 ve Tablo 5 'de verilmiştir. Çalışma kapsamında kılıf ebatları 20*20 cm², 21*21 cm², 22*22 cm², 23*23 cm², 24*24 cm² ve 25*25 cm² olarak dış kılıflar üretilmiş ve pillow numuneler haline getirildikten sonra su/yağ emicilik testi yapılmıştır. %100 TÇB ve %100 MB kırpıntı ürünlerden elde edilen pillow numunelerin dış kılıf ebatları arasındaki farklılıklardan oluşacak su emicilik test performansları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4.Farklı Hacim Alanına Sahip Pillow Ürünlerin Su Emicilik Performans Değerleri

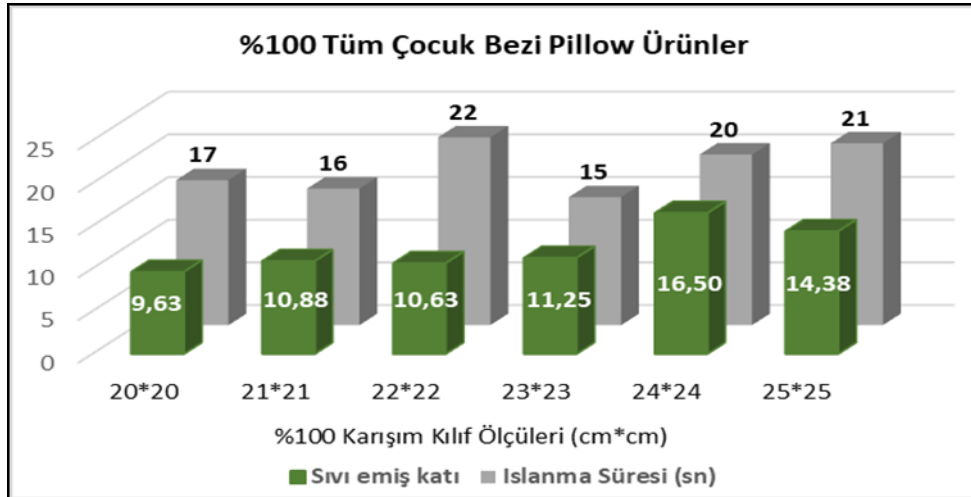
Su Emicilik	%100 MB Kılıf Ölçüleri (cm*cm)						%100 TÇB Kılıf Ölçüleri (cm*cm)					
Parametreler	20*20	21*21	22*22	23*23	24*24	25*25	20*20	21*21	22*22	23*23	24*24	25*25
Islanma	22	26	26	21	36	32	17	16	22	15	20	21
İlk tartım	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Son tartım	1320	1160	1400	1320	1320	1220	1700	1900	1860	1960	2800	2460
Sıvı emiş	7,25	6,25	7,75	7,25	7,25	6,63	9,63	10,8	10,6	11,2	16,5	14,3
Sıvı emiş	725	625	775	725	725	663	963	1088	1063	1125	1650	1438
Kılıf Alanı/Ağırlık	2,5	2,76	3,03	3,31	3,6	3,91	2,5	2,76	3,03	3,31	3,6	3,91

%100 MB pillow numunelerinde 22*22 cm² dış kılıf ebatlarına sahip numune 7,75 kat su emicilik değerini göstermiş ve %100 TÇB pillow numunesinde ise 24*24 cm² dış kılıf ebatlarına sahip numune 16,63 kat su emicilik değerinde tespit edilmiştir.

%100 meltblown pillow ürünlerin kılıf ölçülerine göre su emicilik performansları Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. %100 Meltblown Pillow Ürünlerin Kılıf Ölçülerine Göre Su Emicilik Performansları



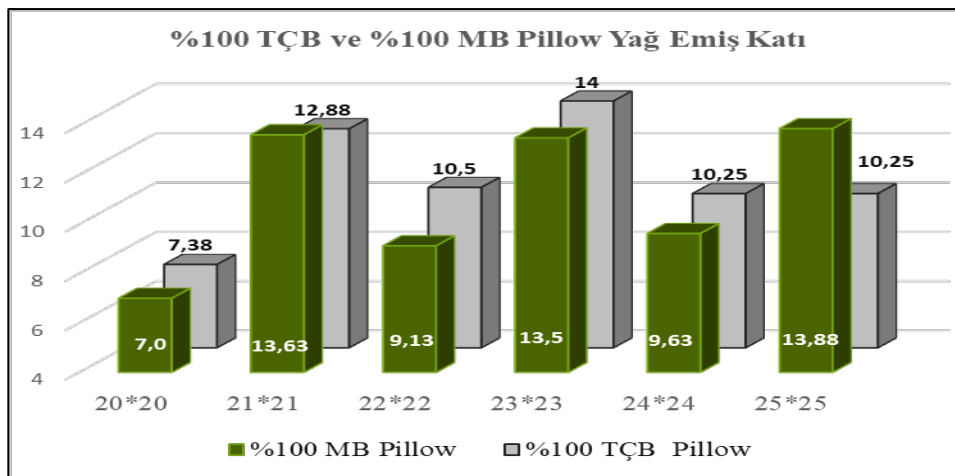
Şekil 9. %100 Tüm Çocuk Bezi Pillow Ürünlerin Kılıf Ölçülerine Göre Su Emicilik Performansları

Çalışmada %100 TÇB ve %100 MB kırpıntı ürünlerden elde edilen pillow numunelerin dış kılıf ebatlarındaki değişimin yağ emicilik performansları üzerindeki etkileri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Farklı Hacim Alanına Sahip Pillow Ürünlerin Yağ Emicilik Performans Değerleri

Yağ Emicilik	%100 MB Kılıf Ölçüleri (cm*cm)						%100 TÇB Kılıf Ölçüleri (cm*cm)					
Parametreler	20*20	21*21	22*22	23*23	24*24	25*25	20*20	21*21	22*22	23*23	24*24	25*25
Islanma Süresi (sn)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
İlk tartım (kuru, gr)	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Son tartım (Yaş, gr)	1280	2340	1620	2320	1700	2380	1340	2220	1840	2400	1800	1800
Sıvı emiş katı (g/g)	7	13,63	9,13	13,5	9,63	13,88	7,38	12,88	10,5	14	10,25	10,25
Sıvı emiş oranı (%)	700	1363	913	1350	963	1388	738	1288	1050	1400	1025	1025
Kılıf Alanı/Ağırlık Oranı	2,5	2,76	3,03	3,31	3,6	3,91	2,5	2,76	3,03	3,31	3,6	3,91

%100 MB pillow numunelerinde 25*25 cm² dış kılıf ebatlarına sahip numune 13,88 kat yağ emicilik değeri gösterirken ve %100 TÇB pillow numunelerinde ise 23*23 cm² kılıf ebatlarına sahip numune ise 14 kat yağ emicilik değeri vermiştir. Farklı dış kılıf ebatlarında hazırlanan %100 MB ve %100 TÇB numunelerin yağ emicilik performansları Şekil 10'da verilmiştir.

**Şekil 10.** %100 MB ve %100 TÇB Pillow Numunelerinin Kılıf Ölçülerine Göre Yağ Emicilik Performansları

SONUÇ

Belirlenen karışımlarda hazırlanan numunelerde su emicilik performansını en iyi %100 TÇB (14 kat) pillow numunesi ve yağ emicilik performansını en iyi %100 MB (13,69 kat) pillow numunesi göstermiştir. Su emicilik süresinin en iyi olduğu ürün 32 sn ile %100 TÇB pillow numunesidir. Bunun sebebi ise içerisinde bulunan selülozik kısmın ve SAP malzemesinin su emme yeteneğinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. MB kırpıntıları ve TÇB telefleri karıştırılarak hazırlanan ve çevreci özellikte olan pillow numunelerinde ise en yüksek su emicilik performansını, %85-15 TÇB+MB (13,91 kat) numunesi göstermiştir. Çalışmada sorbent sektöründe nihai üretimi bulunan meltblown kırpıntılarından elde edilen ürünlere alternatif ürünler üretilmiş ve üretilen ürünlerin performans değerleri nihai var olan ürünlere kıyasla daha iyi değerler verdiği gözlemlenmiştir.

Farklı hacim oranlarına göre hazırlanan pillow numunelerde en iyi su emicilik performansını %100 TÇB (16,5 kat) ürün 24*24 cm² numunesi olmuştur. Farklı hacim oranlarına göre hazırlanan pillow numunelerde en iyi yağ emicilik performansını %100 MB pillow numunelerinde 25*25 cm² kılıf alanına sahip numune en iyi yağ emicilik performans (13,87 kat), %100 TÇB pillow numunelerinde ise en iyi yağ emicilik performans (14 kat) değerini 23*23 cm² kılıf alanına sahip pillow numunesi göstermiştir. Kılıf alanı üzerinde yapılan çalışmada anlaşılmıştır ki daha az dış kılıf kullanılarak daha iyi performans değerleri elde edilebilir ve dış kılıf maliyetinde azalmalara gidilebileceği anlaşılmıştır. Elde edilen verilerden de anlaşılabileceği üzere üretilecek olan ürünlerin kısa sürede pazarda yer bulacağı ön görülmektedir. Üretilecek ürünler çok fazla miktarda yağ ve sıvı emilimine ihtiyaç duyulan yerlerde, makinelerin istenmeyen sıvı ve yağların ortamdan uzaklaştırılması için kullanılabilirler. Çalışma ile çevre dostu bir proses olan atık teleflerin değerlendirilmesi ve temizleme amaçlı sorbent ürünler üretiminde kullanılması içinde yeni bir proses geliştirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde finansman desteğinde bulunan Teknomelt Teknik Mensucat San ve Tic. A.Ş. Ar-Ge merkezine ve tüm firma çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Amato, P.R., & Booth, A. (1995). Changes in gender role attitudes and perceived marital quality. *American Sociological Review*, 60 (1), 58-66.
- Bird, G.W., & Melville, K. (1994). *Families and intimate relationships*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Botkin, D. R., Weeks, M. N., & Morris, J. E. (2000). Changing marriage role expectations: 1961–1996. *Sex Roles*, 42(9-10), 933-942.
- Al-Majed, A.A., Adebayo, A.R., Hossain, M.E. (2014). A novel technology for sustainable oil spills control, *Environ. Eng. Manage. J.* 13 265–274.

- Abdullah, M.A., Rahmah, A.U., Man, Z. (2010). Physicochemical and sorption characteristics of Malaysian Ceiba pentandra (L.) Gaertn as a natural oil sorbent. *J. Hazard. Mater.* 177, 683–691.
- Aksoy, A. (2012). Tek Kullanımlık Bakım ve Hijyen Ürünlerinin Performans Özelliklerinin Arttırılması Üzerine Bir Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 129 s., Isparta.
- Dönmez, U., Kaçmaz, E., Kurt, H.A. 2019. Tek Kullanımlık Spunbond Kumaşlarda Hidrofilik Verimliliği Üzerine Bir Çalışma, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 514-521.
- Choi, H.M., Cloud, R.M. (1992). Natural sorbents in oil spill cleanup. *Environ. Sci. Technol.* 26, 772–776.
- Choi, H.M., Moreau, J.P. (1993). Oil sorption behavior of various sorbents studied by sorption capacity measurement and environmental scanning. *Microsc. Res. Tech.* 25, 447–455.
- Gui, X., Wei, J., Wang, K., Cao, A., Zhu, H., Jia, Y., Shu, Q., Wu, D. (2010). Carbon nanotube sponges. *Adv. Mater.* 22, 617–621.
- Hopewell, J., Dvorak, R., Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities, *Philos. Trans. R. Soc. B. Biol. Sci.* 364, 2115–2126, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0311>
- Saleem, J., Bazargan, A., Barford, J., McKay, G. (2015). Application of strong porous polymer sheets for superior oil spill recovery, *Chem. Eng. Technol.* 38, 482–488, <http://dx.doi.org/10.1002/ceat.201400068>.
- Yuan, J., Liu, X., Akbulut O., Hu, J., Suib, S.L., Kong, J., Stellacci, F. (2008). Superwetting nanowire membranes for selective absorption, *Nat. Nanotechnol.* 3, 332–336, <http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2008.136>.
- Saleem, J., Riaz, M. A., & Gordon, M. (2018). Oil sorbents from plastic wastes and polymers: A review. *Journal of hazardous materials*, 341, 424-437.
- Crone, T., Maya, T. (2010). Magnitude of the 2010 Gulf of Mexico oil leak, *Science*(80-) 330, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1195840>.
- Toyoda, M., Aizawa, J., & Inagaki, M. (1998). Sorption and recovery of heavy oil by using exfoliated graphite. *Desalination*, 115(2), 199-201.
- Wu, D., Fang, L., Qin, Y., Wu, W., Mao, C., & Zhu, H. (2014). Oil sorbents with high sorption capacity, oil/water selectivity and reusability for oil spill cleanup. *Marine pollution bulletin*, 84(1-2), 263-267.

Zhu, H., Qiu, S., Jiang, W., Wu, D., Zhang, C., (2011). Evaluation of electrospun polyvinyl chloride/polystyrene fibers as sorbent materials for oil spill cleanup. Environ. Sci. Technol. 45, 4527–4531.

**q-GENELLEŞTİRİLMİŞ CATALAN SAYILARINI İÇEREN q-DENKLİKLER
ÜZERİNE**

ON q-CONGRUENCES INVOLVING q-GENERALIZED CATALAN NUMBERS

Zehra Betül GÜR

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, İzmit, Kocaeli

ORCID NO: 0000-0002-3685-4222**Prof. Dr. Neşe ÖMÜR**

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, İzmit, Kocaeli

ORCID NO: 0000-0002-3972-9910

Doç. Dr. Sibel KOPARAL

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, İzmit, Kocaeli

ORCID NO: 0000-0001-9574-9652

ÖZET

Bu çalışmada, q- genelleştirilmiş Catalan sayıları içeren bazı denklikler elde edilir. Örneğin, p tek asal sayısı için

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) \equiv 4 \frac{1-q}{[2]_q} \left(1 - 2[p]_q \left(p - 2Q_p(2, q) - \frac{1}{2}q \right) \right) \pmod{[p]_q^2},$$

ve

$$\sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) \equiv 8 \frac{q-1}{[2]_q} \times \left(1 - 3[p]_q \left(p - 2Q_p(2, q) - \frac{1}{2}q - \frac{1}{6} \right) \right) \pmod{[p]_q^2},$$

dir. Burada q- genelleştirilmiş Catalan sayıları

$$B_{n,k}(q) = \frac{1-q^k}{1-q^n} \begin{bmatrix} 2n \\ n-k \end{bmatrix}_q, \quad 0 \leq k \leq n,$$

şeklinde tanımlanır ve p ∤ m olacak şekilde m ≥ 0 için Q_p(m, q), q-Fermat oranıdır.

Anahtar kelimeler: Denklik, q-analog, Catalan sayısı.

ABSTRACT

In this study, we obtain some q-congruences involving q- generalized Catalan numbers. For example, for odd prime p,

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) \equiv 4 \frac{1-q}{[2]_q} \left(1 - 2[p]_q \left(p - 2Q_p(2, q) - \frac{1}{2}q \right) \right) \pmod{[p]_q^2},$$

and

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) &\equiv 8 \frac{q-1}{[2]_q} \\ &\times \left(1 - 3[p]_q \left(p - 2Q_p(2, q) - \frac{1}{2}q - \frac{1}{6} \right) \right) \pmod{[p]_q^2}, \end{aligned}$$

where q -generalized Catalan numbers are given by

$$B_{n,k}(q) = \frac{1-q^k}{1-q^n} \begin{bmatrix} 2n \\ n-k \end{bmatrix}_q, \quad 0 \leq k \leq n,$$

and for $m \geq 0$ with $p \nmid m$, $Q_p(m, q)$ is the q -Fermat quotient.

Keywords: Congruence, q -analog, Catalan number.

1. INTRODUCTION

In (Shapiro,1976), Shapiro gave the generalized Catalan numbers $B_{n,k}$ as follows:

$$B_{n,k} = \frac{k}{n} \binom{2n}{n-k}, \quad 0 \leq k \leq n.$$

The numbers $B_{n,k}$ are the entries of the Catalan triangles and satisfy the recurrence relation

$$B_{n,k} = B_{n-1,k-1} + 2B_{n-1,k} + B_{n-1,k+1}, \quad 2 \leq k$$

with the initial conditions $B_{n,0} = 0 = B_{n,n+m}$, $m \geq 1$. These numbers have several applications(Deutsch, 2001; Hilton and Pedersen, 1991; Shapiro,1976). Note that for $k = 1$, $B_{n,1}$ are the well known Catalan numbers

$$C_n = \frac{1}{n+1} \binom{2n}{n}, \quad n \geq 1.$$

The harmonic numbers are given by

$$H_0 = 0 \quad \text{and} \quad H_n = \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}, \quad n \in \mathbb{Z}^+.$$

In (Wolstenholme, 1862), Wolstenholme discovered that for any prime number $p \geq 5$,

$$H_{p-1} \equiv 0 \pmod{p^2}.$$

The q -harmonic numbers and q -alternating harmonic number are given by

$$H_n(q) = \sum_{k=1}^n \frac{1}{[k]_q}, \quad \tilde{H}_n(q) = \sum_{k=1}^n \frac{q^k}{[k]_q} \quad \text{and} \quad I_n(q) = \sum_{k=1}^n \frac{(-1)^k}{[k]_q},$$

where $[k]_0 = 1$ and $[k]_q = (1 - q^k)/(1 - q) = 1 + q + q^2 + \dots + q^{k-1}$.

The q -Pochhammer symbol is given by

$$(x; q)_0 = 1 \quad \text{and} \quad (x; q)_n = \prod_{k=0}^{n-1} (1 - xq^k).$$

For $m, n \in \mathbb{N}$, the q -binomial coefficients are given by

$$\begin{bmatrix} n \\ m \end{bmatrix}_q = \frac{(q; q)_n}{(q; q)_m (q; q)_{n-m}},$$

if $n \geq m$, and if $n < m$, then $\begin{bmatrix} n \\ m \end{bmatrix}_q = 0$. It is easy to see that $\begin{bmatrix} n \\ m \end{bmatrix}_q$ is a polynomial in q with integral coefficients. It is clear that

$$\lim_{q \rightarrow 1} \begin{bmatrix} n \\ m \end{bmatrix}_q = \binom{n}{m},$$

where $\binom{n}{m}$ is the usual binomial coefficient.

In (Pan and Chao, 2006), Pan and Chao defined the q -Fermat quotient by

$$Q_p(m, q) = \frac{(q^m; q^m)_{p-1} / (q; q)_{p-1} - 1}{[p]_q},$$

where m is nonnegative integer such that $p \nmid m$.

There are many generalizations of the Catalan numbers, one of which is q -analogue of the Catalan numbers (Andrews, 1993; Guo and Zeng, 2010). Förlinger and Hofbauer (Förlinger and Hofbauer, 1985) defined by

$$C_n(q) = \frac{1 - q}{1 - q^{n+1}} \begin{bmatrix} 2n \\ n \end{bmatrix}_q,$$

and Guo and Zeng (Guo and Zeng, 2010) defined q -generalized Catalan numbers as follows:

$$B_{n,k}(q) = \frac{1 - q^k}{1 - q^n} \begin{bmatrix} 2n \\ n - k \end{bmatrix}_q, \quad 0 \leq k \leq n.$$

In (Andrews, 1999; Shi & Pan, 2007), the authors showed that for odd prime p ,

$$H_{p-1}(q) \equiv \frac{p-1}{2} (1 - q) + \frac{p^2 - 1}{24} (1 - q)^2 [p]_q \pmod{[p]_q^2}, \quad (1.1)$$

and for any prime number $p \geq 5$,

$$\tilde{H}_{p-1}(q) \equiv \frac{p-1}{2} (q - 1) + \frac{p^2 - 1}{24} (1 - q)^2 [p]_q \pmod{[p]_q^2}. \quad (1.2)$$

In (Tauraso, 2013), Tauraso gave that for positive integer α and $k = 1, 2, \dots, p - 1$,

$$\begin{bmatrix} \alpha p - 1 \\ k \end{bmatrix}_q \equiv (-1)^k q^{-\binom{k+1}{2}} \left(1 - \alpha [p]_q H_k(q) \right) \pmod{[p]_q^2}. \quad (1.3)$$

In (Pan, 2007), Pan established that for any odd prime p ,

$$2 \sum_{k=1}^{(p-1)/2} \frac{1}{[2k]_q} + 2Q_p(2, q) - Q_p^2(2, q)[p]_q \\ \equiv \left(Q_p(2, q)(1 - q) + \frac{p^2 - 1}{8}(1 - q)^2 \right) [p]_q \pmod{[p]_q^2},$$

and for any prime p ,

$$q^{kp} \equiv 1 - k(1 - q)[p]_q + \binom{k}{2}(1 - q)^2[p]_q^2 \pmod{[p]_q^3}. \quad (1.4)$$

In (He, 2018), He obtained that for any prime number $p \geq 5$,

$$I_{p-1}(q) \equiv -2Q_p(2, q) - \frac{(p-1)(1-q)}{2} \\ + [p]_q \left(Q_p^2(2, q) + Q_p(2, q)(1 - q) + \frac{p^2 - 1}{12}(1 - q)^2 \right) \pmod{[p]_q^2}. \quad (1.5)$$

In (Miana and Romero, 2007), Miana and Romero showed the following identity that for $1 \leq m \leq n$,

$$\sum_{k=1}^m B_{n,k} B_{n,n+k-m} (n + 2k - m)^3 = \binom{2n}{n} \binom{2(n-1)}{m-1} (n^2 + 4n - 2nm + m^2).$$

In (Ömür and Koparal, 2014), the authors gave some congruences involving the numbers $B_{p,k-d}$. For example, for $1 \leq d \leq p-1$,

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k B_{p,k} B_{p,k-d} \equiv 4(-1)^d \left(1 + (1 + (-1)^d) \frac{p}{d} - 2pH_d \right) \pmod{p^2},$$

and for $1 \leq d \leq p$,

$$\sum_{k=1}^{p-1} k B_{p,k} B_{p,k-d} \equiv 2(-1)^d (-2d^2 + p(1 + 8d^2(H_d - 1) - 4d)) \pmod{p^2},$$

and in (Koparal and Ömür, 2019), they proved some congruences involving the generalized Catalan numbers and harmonic numbers modulo p^2 . For example, for any prime number $p > 3$ and $2 \leq d \leq p-1$,

$$\sum_{k=1}^{p-1} \frac{B_{p,k} B_{p,k-d}}{k} \equiv 4(-1)^d \left\{ H_d + H_{d-1} + \frac{2}{p} + p(4H_d^2 + 4H_{d-1}^2 \right. \\ \left. - 2H_{d,2} - 2H_{d-1,2} - H_{p+d}^2 - H_{p+d-1}^2) \right\} \pmod{p^2},$$

where $H_{n,m}$ is harmonic number of order m .

In (Abel, 1986), Abel's summation formula asserts that every pair of families $(a_k)_{k=1}^n$ and $(b_k)_{k=1}^n$ of complex numbers verifies the identity

$$\sum_{k=1}^n a_k b_k = \sum_{k=1}^{n-1} \left[(a_k - a_{k+1}) \left(\sum_{j=1}^k b_j \right) \right] + a_n \left(\sum_{j=1}^n b_j \right).$$

2. SOME CONGRUENCES

Lemma1. For any prime number p and positive integer number α , let k be an integer number such that $0 < k < p$, we have

$$\left[\alpha p - 1 \right]_q \equiv (-1)^k q^{\alpha p k - \binom{k+1}{2}} \left(1 - \alpha [p]_q \tilde{H}_k(q) \right) \pmod{[p]_q^2}. \quad (2.1)$$

Proof.

By (1.3), (1.4) and equality $H_k(q) = \tilde{H}_k(q) + k(1 - q)$, the proof is clear given.

Lemma2. For any prime number p , let k be an integer number such that $0 < k < p$, we have

$$\begin{aligned} \frac{[k]_q^2}{[p-k]_q^2} &\equiv q^{2(k-p)} + 2q^{3k} \frac{[p]_q}{[k]_q} \pmod{[p]_q^2}, \\ \frac{[k]_q^3}{[p-k]_q^3} &\equiv -q^{3(k-p)} - 3q^{4k} \frac{[p]_q}{[k]_q} \pmod{[p]_q^2}. \end{aligned}$$

Proof.

By using $[p+k]_q = [p]_q + q^p[k]_q$ and $[p-k]_q = [p]_q - q^{p-k}[k]_q$ for $0 < k < p$, we have

$$\begin{aligned} \frac{[k]_q}{[p-k]_q} &= \frac{[p+k]_q}{[p-k]_q} \frac{[k]_q}{[p+k]_q} = \frac{[k]_q([p]_q + q^p[k]_q)}{([p]_q + q^p[k]_q)([p]_q - q^{p-k}[k]_q)} \\ &= \frac{[k]_q([p]_q + q^p[k]_q)}{[p]_q^2 - [k]_q([p]_q(q^{p-k} - q^p) + q^{2p-k}[k]_q)} \\ &\equiv \frac{[p]_q + q^p[k]_q}{[p]_q q^p(1 - q^{-k}) - q^{2p-k}[k]_q} \pmod{[p]_q^2}. \end{aligned}$$

Thus, we write

$$\frac{[k]_q^2}{[p-k]_q^2} \equiv q^{2k-2p} + 2q^{3k} \frac{[p]_q}{[k]_q} \pmod{[p]_q^2}.$$

Similarly, the other congruence is obtained.

Now, in (Ömür, Gür and Koparal,2020), we can give the following sums.

Lemma3. For $n \geq 1$, then

$$\sum_{k=1}^n \frac{(-1)^k}{[k]_q} q^k = I_n(q) + (1-q) \frac{(-1)^{n+1} + 1}{2},$$

and

$$\sum_{k=1}^n \frac{(-1)^k}{[k]_q} q^{2k} = I_n(q) - (1-q) \left(\frac{(-1)^n - 3}{2} + [n+1]_{-q} \right).$$

Lemma4. Let p be an odd prime. We have

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) \equiv \frac{1}{[2]_q} \left(-2Q_p(2, q) - \frac{(p-1)(1-q)^2}{2} \right) \pmod{[p]_q}.$$

Proof. Observed that

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) &= \sum_{k=1}^{p-2} (-q)^{p-k-1} \tilde{H}_k(q) = q^{p-1} \sum_{i=1}^{p-2} \frac{q^i}{[i]_q} \sum_{k=i}^{p-2} (-q)^{-k} \\ &= q^{p-1} \sum_{i=1}^{p-2} \frac{q^i}{[i]_q} \left(\sum_{k=0}^{p-2} (-q)^{-k} - \sum_{k=0}^{i-1} (-q)^{-k} \right). \end{aligned}$$

From (1.4), we write

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) &\equiv \frac{1}{1+q} \sum_{i=1}^{p-2} \frac{q^i}{[i]_q} ((-q)^{-i} - q) = \frac{1}{1+q} (I_{p-2}(q) - q \tilde{H}_{p-2}(q)) \\ &= \frac{1}{1+q} \left(I_{p-1}(q) - \frac{(-1)^{p-1}}{[p-1]_q} - q \left(\tilde{H}_{p-1}(q) - \frac{q^{p-1}}{[p-1]_q} \right) \right) \\ &\equiv \frac{1}{1+q} (I_{p-1}(q) - q \tilde{H}_{p-1}(q)) \pmod{[p]_q}. \end{aligned}$$

By (1.2) and (1.5), we complete the proof of Lemma.

Lemma5. Let p be an odd prime. We have

$$[2]_q \sum_{k=1}^{p-1} q^k [k]_q \equiv -[p]_q \pmod{[p]_q^2}.$$

Proof.

Observed that

$$\sum_{k=1}^{p-1} q^k [k]_q = \sum_{k=1}^{p-1} q^k \left(\frac{1-q^k}{1-q} \right) = \frac{1}{1-q} \left(\sum_{k=1}^{p-1} q^k - \sum_{k=1}^{p-1} q^{2k} \right)$$

$$= \frac{1}{1-q} \left(\frac{1-q^p}{1-q} - \frac{1-q^{2p}}{1-q^2} \right) = \frac{1}{1-q} \left([p]_q - \frac{[2p]_q}{1+q} \right).$$

By the congruence $[2p]_q \equiv 2[p]_q \pmod{[p]_q^2}$, we get

$$\sum_{k=1}^{p-1} q^k [k]_q \equiv -\frac{[p]_q}{1+q} \pmod{[p]_q^2}$$

which proves the Lemma.

Theorem1. For an odd prime p , we have

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) \equiv 4 \frac{1-q}{[2]_q} \left(1 - 2[p]_q \left(p - 2Q_p(2, q) - \frac{1}{2}q \right) \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

Proof.

Observed that

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) &= \sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} \frac{[k]_q^2}{[p]_q^2} \left[\frac{2p}{p-k} \right]_q^2 \\ &= \frac{[2p]_q^2}{[p]_q^2} \sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} \frac{[k]_q^2}{[p-k]_q^2} \left[\frac{2p-1}{p-k-1} \right]_q^2. \end{aligned}$$

Then, by Lemmas 1 and 2, we have

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) &\equiv (1+q^p)^2 q^{3p^2-5p} \left(\sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \right. \\ &\quad \left. + 2 \left([p]_q \sum_{k=1}^{p-1} \frac{(-1)^k}{[k]_q} q^{2k} - [2p]_q \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) \right) \right) \pmod{[p]_q^2}. \end{aligned}$$

By the congruence $[2p]_q \equiv 2[p]_q \pmod{[p]_q^2}$ and the equality

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k = \frac{1-q}{[2]_q} (1 - [p]_q),$$

we can rewrite

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) \equiv (1+q^p)^2 q^{3p^2-5p} \left(\frac{1-q}{[2]_q} \right)$$

$$+2[p]_q \left(\sum_{k=1}^{p-1} \frac{(-1)^k}{[k]_q} q^{2k} - 2 \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) - \frac{1-q}{2[2]_q} \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

From Lemmas 3 and 4, we have

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) \equiv (1+q^p)^2 q^{3p^2-5p} \frac{1-q}{[2]_q} \\ \times \left(1 + 2[p]_q \left(\frac{1+q}{1-q} I_{p-1}(q) + \frac{4}{1-q} Q_p(2, q) + (p-2)(1-q) - \frac{1}{2} \right) \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

By (1.5), we get

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) \equiv (1+q^p)^2 q^{3p^2-5p} \frac{1-q}{[2]_q} \\ \times \left(1 - 2[p]_q \left(-2Q_p(2, q) + \frac{1}{2}(q(3p-5) - p + 4) \right) \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

Using (1.4), we complete the proof of Theorem1.

Theorem2. For odd prime p , we have

$$\sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) \equiv 8 \frac{q-1}{[2]_q} \left(1 - 3[p]_q \left(p - 2Q_p(2, q) - \frac{1}{2}q - \frac{1}{6} \right) \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

Proof.

Consider

$$\sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) = \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} \frac{[k]_q^3}{[p]_q^3} \left[\frac{2p}{p-k} \right]_q^3 \\ = \frac{[2p]_q^3}{[p]_q^3} \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} \frac{[k]_q^3}{[p-k]_q^3} \left[\frac{2p-1}{p-k-1} \right]_q^3,$$

and by the equality $[2p]_q = (1+q^p)[p]_q$, equals

$$(1+q^p)^3 \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} \frac{[k]_q^3}{[p-k]_q^3} \left[\frac{2p-1}{p-k-1} \right]_q^3.$$

Then, using Lemmas 1 and 2, we have

$$\sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) \equiv -(1+q^p)^3 q^{9\binom{p}{2}} \left(q^{-3p} \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \right)$$

$$+3 \left([p]_q \sum_{k=1}^{p-1} \frac{(-1)^k}{[k]_q} q^{2k} - [2p]_q \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

With help of the congruence $[2p]_q \equiv 2[p]_q \pmod{[p]_q^2}$ and the equality

$$\sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k = \frac{1-q}{[2]_q} (1 - [p]_q),$$

we can rewrite

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) &\equiv -(1+q^p)^3 q^{9\binom{p}{2}} \left(q^{-3p} \frac{1-q}{[2]_q} \right. \\ &\left. + 3[p]_q \left(\sum_{k=1}^{p-1} \frac{(-1)^k}{[k]_q} q^{2k} - 2 \sum_{k=1}^{p-1} (-q)^k \tilde{H}_{p-k-1}(q) - q^{-3p} \frac{1-q}{3[2]_q} \right) \right) \pmod{[p]_q^2}. \end{aligned}$$

By Lemmas 3 and 4, we get

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) &\equiv -(1+q^p)^3 q^{9\binom{p}{2}} \left(q^{-3p} \frac{1-q}{[2]_q} \right. \\ &+ 3[p]_q \left(I_{p-1}(q) - \frac{(1-q)^2}{[2]_q} - \frac{2}{1+q} \left(-2Q_p(2, q) - \frac{(p-1)(1-q)^2}{2} \right) \right. \\ &\left. \left. - q^{-3p} \frac{1-q}{3[2]_q} \right) \right) \pmod{[p]_q^2}. \end{aligned}$$

With help of the (1.5), we have

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) &\equiv -(1+q^p)^3 q^{9\binom{p}{2}} \frac{1-q}{[2]_q} (-q^{-3p} \\ &+ 3[p]_q \left(-2Q_p(2, q) + \frac{1}{2} \left(p(3q-1) - 5q + \frac{11}{3} \right) \right) \pmod{[p]_q^2}. \end{aligned}$$

From (1.4), we complete the proof of Theorem2.

Theorem3. For an odd prime p , we have

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{p-1} q^{k(k+2p)} B_{p,k}^2(q) &\equiv 4([p]_q(4p-q-2)-1) \pmod{[p]_q^2}, \\ \sum_{k=1}^{p-1} (-1)^k q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) &\equiv 4 \left(2 - [p]_q(12p-3q-7) \right) \pmod{[p]_q^2} \end{aligned}$$

and

$$\sum_{k=1}^{p-1} [k]_q q^{3\binom{k}{2} + (3p+1)k} B_{p,k}^3(q) \equiv 8 \left(\frac{2q}{[4]_q} - 3[p]_q \left(\frac{(1-q)[2]_q^2}{[4]_q} - 2q^{-1} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{2}{[4]_q} \left(2qQ_p(2, q) - \frac{1}{6q} (q^2(3p(1-q) + 8 + 11q) + q + 6) \right) \right) \right) \pmod{[p]_q^2}.$$

REFERENCES

- Abel, N. H. (1986). Untersuchungen über die Reihe $1 + \frac{m}{1}x + \frac{m(m-1)}{1.2}x^2 + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}x^3 + \dots$ J. Reine Angew. Math., 1, 311-339.
- Andrews, G. E. (1993). On the difference of successive Gaussian polynomials. Journal of Statistical Planning and Inference, 34(1), 19-22.
- Andrews, G. E. (1999). q-analogs of the binomial coefficient congruences of Babbage, Wolstenholme and Glaisher. Discrete Mathematics, 204, 15-25.
- Deutsch, E. & Shapiro, L. W. (2001). A survey of the Fine numbers. Discrete Math., 241, 241-265.
- Fürlinger, J. & Hofbauer, J. (1985). q-Catalan numbers, J. Combin. Theory Ser. A, 40 (2) 248--264.
- Guo, V. J. W & Zeng, J. (2010). Factors of binomial sums from the Catalan triangle. Journal of Number Theory, 130(1), 172-186.
- He, B. (2018). On q-congruences involving harmonic numbers. Ukrainian Mathematical Journal, 69(9), 1463-1472.
- Hilton, P. & Pedersen J. (1991). Catalan numbers, their generalization and their uses. Math. Intelligencer, 13, 64-75.
- Miana, P. J. & Romero, N. (2007). Computer proofs of new identities in the Catalan triangle. Biblioteca de la Revista Matemática Iberoamericana. Proceedings of the "Segundas jornadas de Teoría de Números", 1-7.
- Koparal, S. & Ömür, N. (2019). On congruences involving the generalized Catalan numbers and harmonic numbers. Bull. Korean. Math. Soc., 56(3), 649-658.
- Ömür, N. & Koparal, S. (2014). Some congruences involving numbers $B_{p,k-d}$. Utilitas Math., 95, 307-317.
- Ömür, N., Gür, Z. B. & Koparal, S. (2020). Congruences with q- generalized Catalan numbers and q-harmonic numbers. In submitted.
- Pan, H. (2007). A q-analogue of Lehmer's congruence. Acta Arithmetica, 128, 303-318.

Shapiro, L.W. (1976). A Catalan triangle. Discrete Math., 14, 83-90.

Shi, L-L. & Pan, H. (2007). A q -analogue of Wolstenholme's harmonic series congruence. The American Mathematical Monthly, 114(6), 529-531.

Tauraso, R. (2013). Some q -analogs of congruences for central binomial sums. Colloq. Math., 133, 133-143.

Wolstenholme, J. (1862). On certain properties of prime numbers. Q. J. Math. 5, 35-39.

BESİN ÖĞELERİNİN VE BESLENME MODELLERİNİN OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF NUTRIENTS AND DIETARY PATTERNS ON AUTISM SPECTRUM
DISORDER

Ar. Gör. Tuğçe ÖZLÜ

Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Beşiktaş,
İstanbul

ORCID NO: 0000-0002-0139-676X

Dyt. Miray DUMAN

Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı,
Beşiktaş, İstanbul

ORCID NO: 0000-0002-5957-336X

Dr. Öğr. Üyesi Dilek ARDUZLAR KAĞAN

Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Beşiktaş,
İstanbul

ORCID NO: 0000-0001-8688-9039

ÖZET

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) tekrarlayıcı ve sınırlayıcı davranışlarla birlikte, sosyal etkileşim ve iletişimdeki bozulmaları içeren, erken çocukluk çağında başlayan ve yaşam boyu süren nörogelişimsel bir bozukluktur. OSB yaşam boyu devam eden ve tedavisi olmayan bir bozukluk olmakla birlikte; uygun gıda bileşenlerinin tüketimi ile hastalığın semptomlarının hafiflediği yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır. Bazı gıda grupları ve geliştirilen beslenme yöntemleri ile önemli ölçüde iyileşme görülürken; net bir sonuca ulaşabilmek için kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. OSB'li bireylerde gıda reddi, gıda seçiciliği, belirli bir gıdayı çok sık tüketme gibi beslenme sorunları oldukça sık görülmekle birlikte OSB'na genellikle yeme bozuklukları, obezite, gastrointestinal bozukluklar eşlik etmektedir. OSB'na sıklıkla eşlik eden gastrointestinal semptomların etkilerini hafifletmek amacıyla; günlük beslenmelerine probiyotik gıdaların, omega-3 yağ asitlerinin, A, B12, C, D ve E vitaminleri ile çinko, magnezyum, bakır, selenyum gibi minerallerin eklenebileceği belirtilmektedir. OSB tanısı almış kişilerde özellikle sebze ve meyve tüketiminin yetersiz olduğu; C ve D vitamini eksiklikleriyle sıklıkla karşılaşıldığı bilinmektedir. Literatürde yer alan çalışmaların sonuçları OSB görülen çocuklarda günlük enerji, karbonhidrat, yağ ve protein alımlarının yetersiz olduğunu ve bu çocuklarda malnütrisyonun yüksek oranda görüldüğüne işaret etmektedir. Bununla birlikte bu kişilerin daha çok basit şeker içeren gıdalara yöneldikleri ve bu gıdaların gastrointestinal sorunlar başta olmak üzere birçok fiziksel ve zihinsel sorunların gelişimine neden olabileceği düşünülmektedir. Günümüzde

OSB için özel olarak geliştirilen beslenme programları çeşitlik kazanmakta; başta glutensiz-kazeinsiz diyet olmak üzere alt dallara ayrılmaktadır. Glutensiz ve kazeinsiz diyet (GFCF); OSB tanılı bireylerde en yaygın diyet müdahalesi olarak kullanılmaktadır. GFCF diyet müdahalesinin OSB semptomları üzerindeki etkileri hakkında birçok çalışma bildirilmiştir. Birçok uzun süreli çalışma (>6 ay), GFCF diyetinin sosyal izolasyon ve tekrarlayan davranışlar gibi davranışsal semptomları kontrol grubuna kıyasla hafiflettiğini göstermiştir. GFCF diyet müdahalesinden sonra bağırsak geçirgenliğinin artması gibi nöronal olmayan semptomların da önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Beslenme tedavileri, özellikle de eliminasyon diyetleri, OSB’nda yaygın olarak kullanılmakla birlikte günümüzde alternatif tedaviler olarak kabul edilmektedir. OSB tedavisinde glutensiz-kazeinsiz diyet ve ketojenik diyetle birlikte yeni beslenme modellerinin de etkinliği değerlendirilmektedir. Bu derlemede besin öğeleri ve beslenme modellerinin OSB üzerindeki etkilerinin açıklanması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Otizm spektrum bozukluğu, gıda bileşeni, besin ögesi, beslenme modeli, glutensiz-kazeinsiz diyet

ABSTRACT

Autism spectrum disorder (ASD) is a lifelong neurodevelopmental disorder that begins in early childhood including impairments in social interaction and communication along with repetitive and restrictive behaviors. Although ASD is a lifelong and incurable disorder; studies have shown that the consumption of appropriate food components improves the symptoms of the disease. While some food groups and nutritional treatments improved significantly in the symptoms of the disease; comprehensive research is needed to reach a clear conclusion. Although nutritional problems such as food refusal, food selectivity, and frequent consumption of a certain food are quite common in individuals with ASD, eating disorders, obesity, and gastrointestinal disorders are generally accompanied by ASD. In order to alleviate the effects of gastrointestinal symptoms frequently seen in autism; probiotic foods, omega-3 fatty acids, vitamins A, B12, C, D and E and zinc, magnesium, copper, selenium minerals can be added to their daily diets. It was found that the consumption of vegetables and fruits was insufficient in individuals diagnosed with ASD; it is known that vitamin C and D deficiencies are frequently encountered. The results of the studies in the literature indicate that the daily energy, carbohydrate, fat and protein intake is insufficient in children with ASD and malnutrition is seen at a high prevalence in these children. However, it is thought that these people are more oriented towards simple sugar-containing foods and these foods may cause many physical and mental problems, especially gastrointestinal problems. Nowadays, nutrition programs developed specifically for ASD are becoming more diverse. Gluten-free and casein-free diet (GFCF) is used as the most common dietary intervention in individuals with ASD. Many studies have been reported on the effects of the GFCF diet on ASD symptoms. Many long-term studies (> 6 months) have shown that the

GFCF diet alleviates behavioral symptoms such as social isolation and repetitive behavior compared to the control group. Non-neuronal symptoms, such as increased intestinal permeability, have also been reported to decrease significantly after GFCF dietary intervention. Although nutritional treatments, especially elimination diets, are widely used in ASD, today they are accepted as alternative treatments. In the treatment of ASD, the effectiveness of new nutrition models together with GFCF diet and ketogenic diet are evaluated. In this review, it is aimed to explain the effects of nutrients and dietary patterns on ASD.

Keywords: Autism spectrum disorder, food component, nutrient, dietary patterns, gluten-free casein-free diet

GİRİŞ

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), sosyal iletişimsel gelişmede yetersizlik, tekrarlayıcı davranışlar ve kısıtlı ilgi alanı ile seyreden, erken çocukluk çağında başlayan nörogelişimsel bir bozukluktur [1]. OSB'li bireylerde gıda reddi, gıda seçiciliği, belirli bir gıdayı çok sık tüketme gibi beslenme sorunları oldukça sık görülmekle birlikte OSB'na genellikle yeme bozuklukları, obezite, gastrointestinal bozukluklar eşlik etmektedir [2-4]. OSB yaşam boyu devam eden ve tedavisi olmayan bir bozukluk olmakla birlikte; uygun gıda bileşenlerinin tüketimi ile hastalığın semptomlarının hafiflediği yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır. Bazı gıda grupları ve geliştirilen beslenme yöntemleri ile önemli ölçüde iyileşme görülürken; net bir sonuca ulaşabilmek için kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada besin öğeleri ve gıda bileşenlerinin OSB üzerine olan etkileri ve tavsiye edilen güncel beslenme yaklaşımlarını değerlendirmek amaçlanmıştır.

BESİN ÖĞELERİNİN OTİZM ÜZERİNE ETKİSİ

Omega-3 yağ asitleri, A, B₁₂, C ve D vitaminleri başta olmak üzere makro ve mikro besin öğeleri ve probiyotik gıdaların OSB semptomlarının hafifletilmesinde önemli rolleri olduğu bilinmektedir [5]. Yapılan çalışmalarla birlikte, OSB olan çocukların süt ve ürünleri ile taze sebze ve meyve tüketimlerinin düşük; basit şeker ve yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren tatlılar ve şekerli içecek tüketimlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çocukların günlük enerji, toplam yağ, karbonhidrat ve protein alımlarının yaşlıları ile benzerken; C ve D vitaminleri başta olmak üzere mikro besin ögesi alımlarının az olduğu bildirilmektedir [6]. Literatürde yer alan diğer çalışmaların sonuçları ise OSB görülen çocuklarda günlük enerji, karbonhidrat, yağ ve protein alımlarının yetersiz olduğunu ve bu çocuklarda malnütrisyonun yüksek oranda görüldüğüne işaret etmektedir [7]. Literatür verileri beslenme durumunu açıklamakta yetersiz kalırken otizmlili çocukların seçici yeme alışkanlıkları, yeni gıdaları reddetme, sınırlı gıda seçimi ve duyuusal sorunları olduğu konusunda görüş birliği bulunmaktadır [8]. Bu sebeple beslenme müdahalelerinin planlamasında potansiyel beslenme sorunlarının da ele alınması önerilmektedir.

Makro Besin Öğeleri ve Otizm Spektrum Bozukluğu

OSB'li çocuklarda gastrointestinal disfonksiyonun %46-84 oranında görüldüğü bildirilmektedir. OSB olan çocukların şekerli içecekler, atıştırmalıklar gibi basit karbonhidrat içeren gıdaları tercih etmeleri ve sebze ve meyveler gibi lif içeriği yüksek gıdaları daha az tüketmeleri, gastroözofageal reflü, karın ağrısı ve konstipasyon gibi yaygın görülen semptomları arttıran etmenler olarak karşımıza çıkmaktadır [9].

İngiltere'de yapılan bir çalışmanın sonucu; OSB tanısı alan çocukların doğumdan sonra ilk 6 aylık dönemde OSB tanısı almayan çocuklara göre daha az sebze ve meyve tükettiklerini ve gıda çeşitliliğinin de azaldığını göstermiştir [9]. Ülkemizde yapılan güncel bir çalışma ise OSB'li çocukların ebeveynleri, gıdaları çok hızlı ve aceleci yediklerini, çorba gibi sıvı içerikli gıdalar yerine katı içerikli; ekmek, pasta, börek, patates, makarna gibi karbonhidrat içeriği yüksek gıdalara yöneldiklerini bildirmişlerdir [10].

Nörolojik engelli çocukların protein gereksinimleri sağlıklı çocukların protein gereksinimlerine benzerdir. Ancak düşük enerji alımı gözlenen, tüp ile beslenen çocuklarda yeterli protein alımını sağlamak zor olabilir. Bu çocuklarda yüksek proteinli enteral ürünler veya protein takviyesi kullanılması önerilmektedir [11]. Otizmlı çocukların gıda alımının incelendiği çalışmaların sonuçlarının farklılık göstermesiyle birlikte genellikle protein alım düzeylerinin düşük olduğu ve protein gereksinimlerinin çoğunlukla süt ürünleri gibi biyolojik değeri düşük gıdalardan karşılandığı görülmektedir. OSB tanılı çocukların günlük beslenmelerine biyolojik değeri yüksek kırmızı et, tavuk ve balıketi eklenmesi önerilmektedir. Kırmızı et, yüksek protein kalitesiyle birlikte demir ve çinko içeriğiyle de beslenmelerine katkı sağlamaktadır [12].

Yapılan çalışmalarda otizmlı çocuklarda omega-3 alımını gösteren güçlü kanıtlar olmamakla birlikte bu çocuklarda omega-6/omega-3 oranının arttığı görülmüştür [13]. Otizmde karşılaşılan sorunların omega-3 yağ asitlerinin eksikliği sonucu oluşabileceği ve omega 3 yağ asitlerinin takviye olarak kullanımının otizm semptomlarının iyileştirilmesine katkıda bulunacağı tahmin edilmektedir [14]. OSB olan çocuklar arasında omega-3 takviyesi kullanımı yaygındır. Omega-3'ün antienflamatuar ve kardiyoprotektif etkisinin yanında nörotransmisyonunda rol aldığı bilinmektedir [15, 16]. Omega 3 yağ asitlerinden DHA (Dokoheksaenoik asit C22: 6) ve EPA (Eikosapentaenoik asit C20: 5), önemli fizyolojik role sahiptir. Özellikle DHA, beyin fonksiyonunun gelişimi ve bebeklerde görsel zeka için temel bir besin ögesidir [17]. EPA'nın ise davranış ve ruh hali üzerinde daha etkili olduğu bildirilmiştir [18]. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, 30 OSB olan ve 30 sağlıklı çocuk incelenmiş ve otizmlı çocuklarda çoklu doymamış yağ asitleri (linolenik asit, dokoheksanoik asit, araşidonik asit ve linoleik asit) seviyelerinin önemli derecede düşük olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada otizmlı çocuklara 3 ay boyunca omega 3-omega 6 yağ asitlerini içeren takviye kullanımına bağlı olarak PUFA seviyelerinde ve otistik davranışlarda iyileşmeler gözlenmiştir [19]. Ancak konu ile ilgili 2009 yılında yapılan sistematik

derlemenin sonuçları omega-3 takviyesinin OSB için etkili bir tedavi olduğunu gösteren bilimsel kanıtların henüz yeterli olmadığını göstermiştir [20].

Mikro Besin Öğeleri ve Otizm Spektrum Bozukluğu

Otizmli çocuklarda görülen gıda seçiciliği, bağırsakların aşırı geçirgen olması, gastrointestinal sorunlar ve uygulanan diyetler mikro besin ögesi alımını azaltarak yetersizliğe neden olmaktadır [21]. Otizmli çocukların mikro besin ögesi alımının incelendiği çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmakla birlikte genellikle alım düzeylerinin düşük olduğu görülmektedir. OSB'li çocuklar arasında B vitaminleri [22, 23] ile D vitamini seviyeleri [24, 25] düşük görülmektedir. Ayrıca, gebelik döneminde maternal folik asit [26, 27] ve D vitamini gibi mikro besin ögesi eksiklikleri ile OSB arasında da bir ilişki olabileceği belirtilmektedir [28, 29].

D vitamininin hücre büyümesi ve farklılaşması ile ilgili işlevlerinden sonra nörolojik ve psikiyatrik patolojilerdeki rolü tartışılmaya başlanmıştır. Ayrıca güneş ışınlarından yararlanma süresindeki azalmaya paralel olarak özellikle çocuklarda ve gençlerde depresyonun ve otizm spektrum bozukluklarının giderek yaygınlaştığı gösterilmiştir [30]. Yapılan araştırmalarda D vitamininin fetal beyin gelişiminde önemli bir rol oynadığını ve fetal yaşamda ve erken çocukluk döneminde düşük D vitamini seviyelerinin OSB ile güçlü bir ilişkisi olduğu belirtilmektedir. Fetal dönemdeki D vitamini eksikliğinin, fetüs üzerinde ciddi nöromodülatör etkiye sahip olduğunu ve beynin yapısal ve işlevsel değişikliklerine neden olduğu düşünülmektedir [31]. Gebelik veya erken çocukluk döneminde D vitamini eksikliğinin, otizm fenotipine genetik yatkınlığı olan kişilerde OSB için çevresel bir tetikleyicisi olabileceği belirtilmektedir. D vitamininin OSB gelişimi üzerine doğrudan etki gösterebileceği birinci yol beyin homeostaz, bağışıklık sistemi ve nörogelişimsel, ikinci yol ise gen regülasyonudur. Gebelik sırasında D vitamini takviyesinin çocuklarda OSB gelişme riskini azalttığına dair çalışmalar literatürde mevcuttur. OSB'li çocuklarda oral D vitamini desteğinin araştırıldığı bir çalışmada ise D vitamininin (300 IU/kg/gün) OSB belirti ve semptomlarını iyileştirebileceği belirlenmiştir. Farklı araştırma gruplarından elde edilen sistematik veriler sınırlı olsa da sonuçlar OSB patogenezinde D vitamini eksikliğinin olası rolünü desteklemektedir [32].

B₁₂ vitamin eksikliği merkezi sinir sisteminde miyelin kaybı, nöropati, atrofik glossit ve megaloblastik anemiye neden olabilmekte, bu eksikliğin çeşitli nörolojik bozukluklarla ilişkili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte yapılan çeşitli çalışmalarda, otistik çocuklarda özellikle bilişsel fonksiyonlar üzerinde önemli rol oynayan folat ve B₁₂ vitaminin diyetle alımında ve plazma seviyelerinde normal çocuklara göre farklılık olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Otizmli çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmaya göre B₁₂ vitamini yetersizliğinin, vejetaryen anneler tarafından emzirilen çocuklarda ve vejetaryen beslenen çocuklarda daha fazla görüldüğü belirlenmiştir. Ayrıca antioksidan sistemlerde ve hücresel düzeyde metilasyonda rol alan B₁₂ vitamininin; otizmli çocukların tedavisinde veya çeşitli semptomların iyileştirilmesinde etkili olduğu gözlenmiştir [33].

Otizm patogenezinde oksidatif stresin rolü büyüktür; normal çocuklarla karşılaştırıldığında otizmlili çocuklarda lipid peroksidasyon ürünlerinin serum seviyelerinin artış gösterdiği bildirilmiştir. Bu görüşten yola çıkarak çalışmalarda otizmlili çocuklarda vitamin E ve glutatyon düzeylerinin belirgin olarak düşük olduğu da gösterilmiştir [34]. Otistik bozukluğu olan çocuklarda antioksidan enzimlerin ve bunlarla ilgili eser elementlerin araştırıldığı bir çalışmada, normal çocuklara kıyasla otizm grubunda antioksidan enzim işlevlerinde azalmaya işaret eden sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca otistik bozukluğu olan çocuklarda sağlıklı kontrol kıyaslandığında plazma malondialdehit düzeylerinin artmış olduğu, retinol, β -karoten ve C vitamin düzeyleri azalmış olduğu tespit edilmiştir [35].

OSB'li çocuklar arasında düşük serum magnezyum [36], çinko ve selenyum [23] seviyelerinin görüldüğü belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda plazma çinko ve bakır düzeylerindeki farklılıkların, otizmlili bireylerin çoğunda görülen aşırı hareketlilik, konsantrasyon güçlüğü için bir neden olabileceği öngörülmüştür. Bu durumun altında yatan mekanizma serum bakır/çinko seviyelerinin artışı ve buna bağlı olarak bakır çinko ve diğer metallerin düzenlenmesinde yer alan metallothioneinin proteinin artışı ile açıklanmaktadır. Hyman ve ark. [37] çalışmasında özellikle 4-8 yaş arası otistik çocukların (n=252) yetersiz düzeyde çinko aldıkları tespit edilmiştir. OSB'li çocuklarda demir eksikliği anemi prevalansının yüksek olduğu ve düşük demir alımlarının bu çocuklarda yaygın görülen gıda seçiciliği ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Demir eksikliği, ilişkili enzimlerin aktivitesindeki azalma nedeniyle, monoamin nörotransmitter sistemleri üzerinden bilişsel ve motor gelişimi etkileyebilmektedir [38]. Bununla birlikte bu çocuklarda birçok metabolik sürecin hem hücresel metilasyon hem de glutatyon aracılı antioksidan savunmanın eksik olduğu görülmüştür. Ayrıca otizmde görülen artmış oksidatif stresin yönetiminde ise C ve E vitamini gibi antioksidan vitaminlerin kullanımının potansiyel bir tedavi olabileceği düşünülmektedir [35].

PROBİYOTİKLER VE OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU

Probiyotikler, canlı mikroorganizmalar olup, yeterli miktarda alındığında yararlı etkiler göstermektedir. Probiyotikler, bağırsaktaki yararlı bakterileri (Laktobasiller, Bifidobakteriler gibi) artırarak, patojen bakterileri azaltmakta ve bakterilerin doğal dengesinin korunması ve yenilenmesine yardımcı olmaktadır. Her ne kadar otizmle ilgili yapılan araştırmalarla ilgili farklılıklar bulunsa da bazı araştırmacılar bebeğin gelişimi sırasında bağırsak bakteri florasının bozulması, bağışıklık sisteminin bozulması ve bunun ardından beynin etkilenmesini otizmin nedenleri arasında göstermektedirler [39, 40]. OSB'li bireyler ile ilgili klinik çalışmalarda bağırsak mikrobiyota kompozisyonundaki değişikliklerinin genellikle, bakteriyel bir enfeksiyon ya da kronik antibiyotiğe maruz kalınması sonucu oluştuğu ve sağlıklı beyin gelişimine engel olabileceği ifade edilmektedir [40-42]. Araştırmacılar özellikle otizm mekanizmasında bağırsak mikrobiyotasının potansiyel rolü üzerine odaklanmıştır. *Clostridium Botulinum*'un otistik çocukların bağırsaklarında yaygın olarak bulunduğu belirtilmektedir [43].

Yapılan araştırmalar en önemli probiyotiklerin; Laktobasiller, Bifidobakteriler, Streptokoklar ve Sacchaomyceslerin olduğunu göstermektedir. Bu mikroorganizmaların bakteri dengesinin korunmasını sağladığı, stres ve antibiyotik kullanımının yarattığı olumsuz etkileri engellediği görülmüştür. Fakat bu bakterilerin sayı ve içeriğinin değişmesi sonucunda disbiyoz durumunun ortaya çıktığı ve disbiyozisin immün sistemin düzenli çalışmasını engelleyerek sağlığı olumsuz etkilediği bildirilmektedir. Ayrıca intestinal geçirgenliği değiştirerek obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalık, metabolik sendrom, depresyon, otizm gibi hastalıklara yol açtıkları belirtilmektedir [43]. Finegold ve ark. [44] OSB olan çocuklarda kontrol grubuna kıyasla yüksek oranda Bacteroidetes ve Proteobacteria ile düşük oranda Firmicutes ve özellikle Bifidobacterium olmak üzere Actinobacteria türlerini belirlemişler ve bu durumun OSB patofizyolojisinde önemli bir rol oynayabileceğini bildirmişlerdir. Tseng ve ark. [45] anne sütü ile OSB arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçladıkları güncel bir metaanaliz tek başına emzirmenin OSB’na karşı koruyucu olabileceğini bildirmiştir. Anne sütünün koruyucu etkisinin içeriğinde bulunan oligosakkaritlerle ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Oligosakkaritler, anne sütündeki önemli prebiyotiklerden olup enerji miktarının %5-10’unu oluşturmaktadır. Bu da bebeğin mikrobiyotasındaki yararlı bakterilerden olan Bifidobakterilerin artışını sağlayarak enfeksiyonları önlemektedir. Ayrıca sütteki trigliseridler; antimikrobiyal yağ asitleri ve monogliseridlere çevrilerek viral, bakteriyel ve protozoal patojenleri doğrudan etkisiz hale getirmektedir. Bu sayede anne sütündeki patojen mikroorganizmalar faydalı besin öğelerinden ayrılmakta, Bifidobakteriler gibi bakterilerin çoğalmasına olanak sağlanmaktadır [43].

Romeo ve ark. [46] probiyotiklerin OSB üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada 4-10 yaş arasındaki 22 OSB tanılı çocuğa şekersiz bir diyetin yanında 2 ay boyunca günde iki kez olmak üzere 5×10^9 CFU/g *Lactobacillus acidophilus* içeren probiyotik kapsüller verilmiştir. Probiyotik takviyesinin özellikle konsantrasyon ve talimatlara uygunluk konusunda önemli gelişmelere katkı sağladığı belirlenmiştir. Parracho ve ark. [47] çift-kör randomize kontrollü çalışmasında 3-16 yaşları arasında OSB olan çocuklar plasebo grubu ve probiyotik takviyesi verilen grup olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Probiyotik takviyesi alan gruba 6 hafta boyunca günlük 4.5×10^{10} CFU *Lactobacillus plantarum* içeren kapsül verilmiştir. Probiyotik tedavisi alan çocuklarda antisosyal davranışlarla birlikte kaygı ve iletişim sorunlarında da anlamlı iyileşmeler olduğu gözlenmiştir. Kanıtlar, probiyotiklerin, idrarda D-arabinitol ve D-arabinitol/L-arabinitol oranlarını düşürerek Candida türlerinin gastrointestinal kolonizasyonun önlenmesinde rol oynadığı fikrini desteklemektedir. Probiyotiklerin, OSB olan çocuklarda diyare ve konstipasyon gibi gastrointestinal semptomları da iyileştirildiği bildirilmiştir. OSB’li çocuklarda gastrointestinal disfonksiyonun, yüksek oranda sinirlilik, öfke, agresif davranışlar ve uyku bozuklukları ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Bu nedenle, probiyotikler ile tedavinin sadece hastalığın semptomlarını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda bu bireylerin ve ailelerinin eğitim ve rehabilitasyon tedavilerine uyumunu arttıracadığı düşünölmektedir [48].

Probiyotiklerin OSB üzerindeki etkilerini inceleyen literatür verileri henüz tam olarak netlik kazanmamış, konunun aydınlatılması adına kapsamlı çalışmaların tasarlanması gerekmektedir [49].

OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU TEDAVİSİNDE BESLENME MODELLERİ

Beslenme tedavileri, özellikle de eliminasyon diyetleri, OSB’nda yaygın olarak kullanılmakla birlikte günümüzde alternatif tedaviler olarak kabul edilmektedir. Güncel bir meta-analiz sonuçlarına göre, OSB tedavisinde eliminasyon diyetlerini C kanıt düzeyi olarak göstermektedir. OSB tedavisinde glutensiz-kazeinsiz diyet (GFCF) ve ketojenik diyetle birlikte yeni beslenme modellerinin de etkinliği değerlendirilmektedir. Diyet müdahalelerin OSB semptomları üzerine etkilerini değerlendiren çalışmaların çoğunun metodolojik olarak yetersiz olduğu ve literatürde kesin verilerin bulunmadığı belirtilmektedir [50].

Glutensiz-Kazeinsiz Diyet

OSB’nda gluten ve kazeinin rolü; bu iki proteinin anormal metabolizmasının merkezi sinir sisteminde aşırı opioid aktiviteye neden olmasından kaynaklandığı öne sürülmektedir. Diğer bir potansiyel mekanizma ise, bağırsak geçirgenliğinin artması veya “sızdıran bağırsak” modelidir. Bu modele göre, bağırsak bariyerinin anormal fonksiyonu, gluten, kazein ve bunların metabolitlerinin kan dolaşımına ve merkezi sinir sistemine geçişinin artmasına neden olmaktadır. Sızıntılı bağırsak sendromuna sahip hastaların bağırsaklarının aşırı geçirgenliği sebebiyle proteinler gibi büyük moleküller büyük moleküller dışkı yoluyla atılmamakta ve kana karışmasıyla birlikte gastrointestinal inflamasyona neden olmaktadır [51]. Bu moleküllerin beyne ulaşması sonucu ise, sakinleştirici etki yaratmaktadır. Bu bilgiler ışığında glutensiz ve kazeinsiz (GFCF) diyetin, OSB tanılı hastalar için potansiyel olarak yararlı olabileceği düşünülmüştür [52].

Glutensiz ve kazeinsiz diyet; OSB tanılı bireylerde en yaygın diyet müdahalesi olarak kullanılmaktadır [53, 54]. GFCF diyet müdahalesinin OSB semptomları üzerindeki etkileri hakkında birçok çalışma bildirilmiştir [51, 55-61]. Bu çalışmalarda davranışsal OSB semptomlarında, sözlü ve sözlü olmayan iletişim ve nöronal olmayan semptomlardaki değişiklikler incelenmiştir. Birçok uzun süreli çalışma (>6 ay), GFCF diyetinin sosyal izolasyon ve tekrarlayan davranışlar gibi davranışsal semptomları kontrol grubuna kıyasla hafiflettiğini göstermiştir [51, 52, 57, 61, 62]. GFCF diyet müdahalesinden sonra bağırsak geçirgenliğinin artması gibi nöronal olmayan semptomların da önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Bu sonuçlara karşın, birkaç kısa süreli çalışma (<6 ay) ise literatür verilerini desteklememektedir. Johnson ve ark. [59], 3 aylık müdahale dönemi boyunca davranışsal semptomlarda herhangi bir iyileşme tespit etmemişlerdir. Sonuçların farklılığının müdahalenin süresi ile ilişkili olabileceği yorumu yapılsa da Nazni ve ark. [56] çalışmasında 2 aylık bir müdahalenin ardından davranışsal semptomların iyileştiği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak kısa süreli müdahale çalışmalarının bulguları OSB semptomları üzerinde değişiklik göstermektedir [63].

GFCF diyeti potansiyel bir tedavi olarak düşünülmeyle birlikte, diyetin olası olumsuz etkileri de dikkate alınmalıdır. Protein alımının azalmasına bağlı olarak beslenme yetersizliği riski, uygulamadaki zorluklar, diyetin kısıtlılıklarının yeme davranışlarına olan olumsuz etkileri, sosyal izolasyonun artışı gibi sebepler GFCF diyetinin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak, birçok çalışma ile birlikte GFCF diyet müdahalesinin etkileri araştırılmıştır [63]. GFCF diyetiyle ilgili kesin bir sonuca varılmamış olmakla beraber GFCF diyet müdahalesinin gluten ve kazein allerjisi veya intoleransının tespit edildiği durumlarda etkili olabilmektedir [50].

Ketojenik Diyet

Ketojenik diyet 1920'lerden bu yana özellikle epilepsi ve OSB tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ketojenik diyetin OSB üzerindeki etkisinin altında yatan mekanizmanın beyin adenozin konsantrasyonunun artması olduğu düşünülmektedir. Endojen bir nöromodülatör ve antikonvülsan olan adenozinin, otistik bozuklukları iyileştirdiği ve ayrıca ketojenik diyetle ilgili mekanizmalar ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [64].

Düşük karbonhidratlı ketojenik diyetin, vücut ağırlığında ve insülin direncinde azalma açısından değerlendirildiğinde düşük karbonhidratlı ketojenik olmayan diyetle göre herhangi bir farklılığı olmadığı ancak düşük karbonhidratlı ketojenik diyetin artan yorgunluk algısı ve inflamatuvar riski ile ilişkili olduğu belirlenmiştir [65]. OSB olan ancak epilepsisi olmayan 30 çocukta, orta zincirli trigliserit içeren ketojenik diyetin 6 ay boyunca 4'er hafta aralıklarla uygulanması; diyeti tolere eden 18 kişiden 10'unda orta veya yüksek düzeyde davranışsal iyileşme göstermiştir [66]. Diğer bir çalışmada ise, OSB tanılı ve önemli tıbbi komorbiditeleri olan 12 yaşındaki bir çocuğa glutensiz ve kazeinsiz modifiye ketojenik diyet 14 ay boyunca uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda, nöbet aktivitesindeki iyileşmeler, gelişmiş bilişsel ve sosyal becerileri sebebiyle antikonvülsan ilaç dozları azaltılmıştır. Bu sonuçlarla birlikte çok sayıda ilaç kullanımı, anlamlı kilo kaybı ve bireyin ergenliğe geçiş döneminde olması gibi faktörler diyetin rolünü değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır [64]. Ketojenik diyet ve GFCF diyetinin OSB üzerindeki etkinliğini karşılaştıran güncel bir çalışmada ise 45 OSB tanılı çocuk değerlendirilmiştir. Her iki diyet müdahalesi grubunda da müdahale sonrası Otizm Tedavisi Değerlendirme Testi ve Çocukluk Çağı Otizm Değerlendirme Ölçeği skorlarında anlamlı düzeltilmeler gözlenmiş ancak ketojenik diyet uygulayan grubun bilişsel ve sosyal performanslarının GFCF diyeti uygulayan gruba göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, modifiye Atkins diyeti ve GFCF diyetlerinin otistik belirtileri güvenle iyileştirebildiği ve OSB tanılı çocuklar için önerilebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu çalışmanın örneklem sayısının düşük olması ve sonuçları doğrulayabilecek geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu da belirtilmektedir [67]. Fare modeli çalışmalarda ise ketojenik diyet tedavisi artan sosyalleşme, tekrarlayan davranışlarda azalma gibi davranışsal gelişmeler ve nöbet sayısında azalma ile sonuçlanmıştır [68, 69]. Genel ketojenik diyetin otizmde kesin bir tedavi şekli olduğuna dair kanıta dayalı bir çıkarım henüz yapılamamaktadır [66].

Diğer Beslenme Modelleri

Fermente edilebilir oligosakaritler, disakkaritler, monosakkaritler ve polioller (FODMAP) diyeti, spesifik karbonhidrat diyetleri, gıda katkı maddelerinin önlenmesi ve eliminasyonu gibi diğer beslenme yaklaşımları, OSB tanılı bireylerde bazı semptomların iyileştirilmesine katkı sağlamıştır [70]. OSB gibi nöropsikiyatrik bozuklukların semptomları ile aşırı FODMAP alımı arasındaki bağlantı ve bu diyetlerin terapötik etkileri ile ilgili kanıtlar henüz net bir şekilde ortaya çıkarılmamıştır [49].

Çalışmalarda spesifik karbonhidrat diyetinin (SCD) irritabl barsak sendromu, çölyak hastalığı ve OSB gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde olumlu etkileri olduğu görüşü hakimdir [71]. Bu diyetin amacı, hasar görmüş bağırsak duvarlarını ve bakteri üremesini kontrol altına almak, bağırsak patojenlerinin besin kaynağı karbonhidrat türlerini kısıtlamak ve böylece vücudun iç ekolojisini yani barsak florasını düzeltmektir. SCD, fermente besinlerin, özellikle ev yapımı yoğurtların ve probiyotiklerin kullanımını da teşvik etmektedir. Ayrıca nişastayı yasaklamakta ve esas olarak et, tavuk, balık, yumurta, taze sebze ve meyve, fındık ve yağlı tohumlardan oluşmaktadır. Diyet, sınırlı miktarda gıda alımıyla başlamakta ve bağırsak yolları iyileştikçe kademeli olarak alınan besin miktarı arttırılmaktadır. Ancak, bu diyetin otistik spektrum bozukluğunun tedavisinde kullanılması ile ilgili araştırmaların arttırılması gerekmektedir [72].

OSB’nda etkili olabileceği düşünülen diğer bir diyet yaklaşımı ise oksalat içeren gıdaların sınırlandırılmasıdır. OSB olan çocuklarda enflamasyon ve çeşitli toksinler nedeniyle barsak geçirgenliğinin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte barsakta yer alan faydalı bakterilerden oksalobakter, oksalatı metabolize ederek oksalatın bağırsak-beyin bariyerini geçmesini önlemektedir. OSB olan bireylerin barsaklarında flora dengesizliği sebebiyle oksalobakter daha az bulunmaktadır. Bu durumun oksalatın dokularda birikimi ve kan dolaşımına girmesiyle başta beyin olmak üzere çeşitli organlara zarar vermesi ile sonuçlanabileceği belirtilmektedir. Sonuç olarak, oksalat içeren gıdaları kısıtlayan bir diyetin OSB semptomlarının iyileştirilmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak, konu ile ilgili kanıta dayalı bir araştırma mevcut değildir [49].

SONUÇ

Bu çalışmada OSB’nin tedavisinde yer alan besin öğeleri ve beslenme modelleri üzerinde durulmuş ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Otizmi tedavi edecek herhangi bir beslenme müdahalesinin olmadığı ancak bazı takviye ve beslenme yaklaşımları ile bireylerde olumlu davranış değişiklikleri görülmüştür. Besin öğeleri incelendiğinde çocukların genellikle basit karbonhidrat içeriği yüksek şekerli içecekler, atıştırmalıklar gibi gıdalara yöneldikleri ve meyve ve sebze tüketimlerinin düşük olması sebebiyle diyet lifi alımlarının az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bağırsak geçirgenliklerinin artış gösterdiği ve gıda seçimlerinden de kaynaklı vitamin mineral yetersizlikleri ile karşı karşıya kaldıkları görülmüştür.

Uygulanan çeşitli beslenme modellerinin kişiye özgü farklılık göstermesiyle birlikte, tedavi amaçlı uygulamalarda etkinliklerinin tam olarak gösterilmediği belirlenmiştir. Günümüzde yapılan OSB'ye yönelik beslenme yaklaşımlarının çoğunlukla semptomları hafifletmeye yönelik olduğu sonucuna varılmış, bu şekilde beslenmenin OSB üzerindeki önemi gösterilmiştir. Ancak OSB tanılı bireylere uygun beslenme önerileri verilmeden önce; konu ile ilgili daha geniş ölçekli, randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

1. American Psychiatric Association (APA) [Online]. Cautionary statement for forensic use of DSM-5. In Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.), (2013), Available From: <http://dx.doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>, (Accessed 2017 April 08).
2. Bandini, L.G., Anderson, S.E., Curtin, C., Cermak, S., Evans, E. W., Scampini, R., Maslin, M., Must, A. (2010). Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children. *The Journal of pediatrics*, 157(2), 259-264.
3. Cermak, S.A., Curtin, C., Bandini, L.G. (2010). Food selectivity and sensory sensitivity in children with autism spectrum disorders. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2), 238-246.
4. Sharp, W.G., Berry, R.C., McCracken, C., Nuhu, N.N., Marvel, E., , Saulnier, C.A., Klin, A., Jones, W., Jaquess, D.L. (2013). Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the literature. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 2159-2173
5. Tas, A.A. (2018). Dietary Strategies in Autism Spectrum Disorder (ASD). *Progress in Nutrition*, 20(4), 554-562.
6. Ranjan, S., Nasser, J. A. (2015). Nutritional status of individuals with autism spectrum disorders: do we know enough?. *Advances in Nutrition*, 6(4), 397-407.
7. Liu, X., Liu, J., Xiong, X., Yang, T., Hou, N., Liang, X., Chen, J., Cheng, Q., Li, T., Li, T. (2016). Correlation between nutrition and symptoms: nutritional survey of children with autism spectrum disorder in Chongqing, China. *Nutrients*, 8(5), 294.
8. Emond, A., Emmett, P., Steer, C., & Golding, J. (2010). Feeding symptoms, dietary patterns, and growth in young children with autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 126(2), 337-342.
9. Buie, T., Fuchs, G.J., Furuta, G.T., Kooros, K., Levy, J., Lewis, J. D., Winter, H. (2010). Recommendations for evaluation and treatment of common gastrointestinal problems in children with ASDs. *Pediatrics*, 125(1), 19-29.

10. Uçar, K., Gülhan, S. (2017). Otizmin Tedavisinde Güncel Beslenme Tedavisi Yaklaşımları. *Journal of Nutrition and Dietetics*, 45(1), 53-60.
11. Mascarenhas, M.R., Meyers, R., & Konek, S. (2008). Outpatient nutrition management of the neurologically impaired child. *Nutrition in Clinical Practice*, 23(6), 597-607.
12. Geraghty, M.E., Depasquale, G.M., Lane, A.E. (2010). Nutritional intake and therapies in autism: a spectrum of what we know: Part 1. Infant, Child, & Adolescent Nutrition, 2(1), 62-69.
13. Vancassel, S., Durand, G., Barthelemy, C., Lejeune, B., Martineau, J., Guilloteau, D., Chalon, S. (2001). Plasma fatty acid levels in autistic children. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 65(1), 1-7.
14. Özeren, S.G. (2013). Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) ve Hastalığa Kanıt Penceresinden Bakış?, *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 57-63.
15. Calder, P.C. (2012). Mechanisms of Action of (n-3) Fatty Acids. *The Journal of nutrition*, 142(3), 592-599.
16. Swanson, D., Block, R., Mousa, S.A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in nutrition*, 3(1), 1-7.
17. Das, U.N. (2013). Autism as a disorder of deficiency of brain-derived neurotrophic factor and altered metabolism of polyunsaturated fatty acids. *Nutrition*, 29(10), 1175-1185.
18. Kidd, P.M. (2007). Omega-3 DHA and EPA for cognition, behavior, and mood: clinical findings and structural-functional synergies with cell membrane phospholipids. *Alternative medicine review*, 12(3), 207.
19. Meguid, N.A., Atta, H.M., Gouda, A.S., Khalil, R.O. (2008). Role of polyunsaturated fatty acids in the management of Egyptian children with autism. *Clinical biochemistry*, 41(13), 1044-1048.
20. Bent, S., Bertoglio, K., Hendren, R.L. (2009). Omega-3 fatty acids for autistic spectrum disorder: a systematic review. *Journal of autism and developmental disorders*, 39(8), 1145-1154.
21. Adams, J.B., Vogelaar, A.T. (2005). Nutritional abnormalities in autism and effects of nutritional supplementation. *ASA's 36th National Conference on Autism Spectrum Disorders*, July 13-16, 2005, Nashville, ABD.
22. Pineles, S.L., Avery, R. A., Liu, G.T. (2010). Vitamin B12 optic neuropathy in autism. *Pediatrics*, 126, 967-970.

23. Kałużna-Czaplińska, J., Socha, E., Rynkowski, J. (2011). B vitamin supplementation reduces excretion of urinary dicarboxylic acids in autistic children. *Nutrition research*, 31(7), 497-502
24. Gong, Z.L., Luo, C. M., Wang, L., Shen, L., Wei, F., Tong, R. J., Liu, Y. (2014). Serum 25-hydroxyvitamin D levels in Chinese children with autism spectrum disorders. *Neuroreport*, 25, 23–27.
25. Kocovska, E., Andorsdottir, G., Weihe, P., Halling, J., Fernell, E., Stora, T., Biskupstø, R., Gillberg, I.C., Shea, R., Billstedt, E., Bourgeron, T., Minnis, H., Gillberg, C. (2014). Vitamin d in the general population of young adults with autism in the faroe islands. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44, 2996–3005.
26. Schmidt, R.J., Tancredi, D.J., Ozonoff, S., Hansen, R.L., Hartiala, J., Allayee, H., Schmidt, L.C., Tassone F, Hertz-Picciotto, I. (2012). Maternal periconceptional folic acid intake and risk of autism spectrum disorders and developmental delay in the CHARGE (CHildhood Autism Risks from Genetics and Environment) case-control study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96, 80–89.
27. Suren, P., Roth, C., Bresnahan, M., Haugen, M., Hornig, M., Hirtz, D., Lie, K.K., Lipkin, W.I., Magnus, P., Reichborn-Kjennerud, T., Schjølberg, S., Davey Smith, G., Øyen, A.S., Susser, E., Stoltenberg, C. (2013). Association between maternal use of folic acid supplements and risk of autism spectrum disorders in children. *The Journal of the American Medical Association*, 309, 570–577.
28. Cannell, J.J. (2008). Autism and vitamin D. *Medical Hypotheses*, 70, 750–759.
29. Grant, W.B., Soles, C.M. (2009). Epidemiologic evidence supporting the role of maternal vitamin D deficiency as a risk factor for the development of infantile autism. *Dermatoendocrinology*, 1, 223–228.
30. Biswas, S., Kanwal, B., Jeet, C., Seminara, R.S. (2018). Fok-I, Bsm-I, and Taq-I Variants of Vitamin D Receptor Polymorphism in the Development of Autism Spectrum Disorder: A Literature Review. *Cureus*, 10(8), e3228.
31. Kočovská, E., Fernell, E., Billstedt, E., Minnis, H., Gillberg, C. (2012). Vitamin D and autism: clinical review. *Research in developmental disabilities*, 33(5), 1541-1550.
32. Saad, K., Abdel-Rahman, A.A., Elserogy, Y.M., Al-Atram, A.A., El-Houfey, A.A., Othman, H.A.K., Ahmad, F.A. (2018). Randomized controlled trial of vitamin D supplementation in children with autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 59(1), 20-29.
33. Al-Farsi, Y.M., Waly, M.I., Deth, R.C., Al-Sharbati, M.M., Al-Shafae, M., Al-Farsi, O., Al-Adawi, S. (2013). Low folate and vitamin B12 nourishment is common in Omani children with newly diagnosed autism. *Nutrition*, 29(3), 537-54.

34. El-Ansary, A., Attas, O., Al-Ayadhi, L. (2009). Metabolic biomarkers related to oxidative stress and antioxidant status in Saudi autistic children. *Clinical Biochemistry*, 2, 1032-10.
35. Mazlum, B. (2012). Antioksidan Vitaminler ve Psikiyatride Kullanimi/Antioxidant Vitamins and Their Use in Psychiatry. *Psikiyatride Guncel Yaklasimlar*, 4(4), 486.
36. Strambi, M., Longini, M., Hayek, J., Berni, S., Macucci, F., Scalacci, E., Vezzosi P. (2006). Magnesium profile in autism. *Biological Trace Element Research*, 109(2), 97–104.
37. Hyman, S.L., Stewart, P.A., Schmidt, B., Lemcke, N., Foley, J. T., Peck, R., James, S.J. (2012). Nutrient intake from food in children with autism. *Pediatrics*, 130(2), 145-153.
38. Lozoff, B. (2011). Early iron deficiency has brain and behavior effects consistent with dopaminergic dysfunction. *The Journal of Nutrition*, 141, 740- 46.
39. Li, Q., Zhou, J.M. (2016). The microbiota–gut–brain axis and its potential therapeutic role in autism spectrum disorder. *Neuroscience*, 324, 131-139.
40. Clemente, J.C., Ursell, L.K., Parfrey, L.W., Knight, R. (2012). The impact of the gut microbiota on human health: an integrative view. *Cell*, 148(6), 1258-1270.
41. Ghaisas, S., Maher, J., Kanthasamy, A. (2016). Gut microbiome in health and disease: linking the microbiome–gut–brain axis and environmental factors in the pathogenesis of systemic and neurodegenerative diseases. *Pharmacology & Therapeutics*, 158, 152-62.
42. Kinross, J.M., Darzi, A.W., Nicholson, J.K. (2011). Gut microbiome-host interactions in ealth and disease. *Genome medicine*, 3(3), 14
43. Kalip, K., Atak, N. (2018). Intestinal microbiota and health. *Turkish Journal of Public Health*, 16(1), 58-73
44. Finegold, S.M., Dowd, S.E., Gontcharova, V., Liu, C., Henley, K.E., Wolcott, R.D., Youn, E., Summanen, P.H., Granpeesheh, D., Dixon, D., Liu, M., Molitoris, D.R., Green, J.A. (2010). Pyrosequencing study of fecal microflora of autistic and control children. *Anaerobe*, 16(4), 444–53
45. Tseng, P.T., Chen, Y. W., Stubbs, B., Carvalho, A. F., Whiteley, P., Tang, C. H., Yang, W.C. (2019). Maternal breastfeeding and autism spectrum disorder in children: A systematic review and meta-analysis. *Nutritional neuroscience*, 22(5), 354-362.
46. Romeo MG, Romeo DM, Trovato L, Oliveri S, Palermo F, Cota F, Betta, P. (2011). Role of probiotics in the prevention of the enteric colonization by Candida in preterm newborns: incidence of lateonset sepsis and neurological outcome. *Journal of Perinatology*, 31(1), 63–9.

47. Parracho, H.M., Gibson, G.R., Knott, F., McCartney, A.A. (2010). Double blind, placebo-controlled, crossover-designed probiotic feeding study in children diagnosed with autistic spectrum disorders. *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, 5(2), 69–74
48. Santocchi, E., Guiducci, L., Fulceri, F., Billeci, L., Buzzigoli, E., Apicella, F., Muratori, F. (2016). Gut to brain interaction in Autism Spectrum Disorders: a randomized controlled trial on the role of probiotics on clinical, biochemical and neurophysiological parameters. *BMC psychiatry*, 16(1), 183.
49. Cekici, H., Sanlier, N. (2019). Current nutritional approaches in managing autism spectrum disorder: A review. *Nutritional neuroscience*, 22(3), 145-155.
50. Mulloy, A., Lang, R., O'Reilly, M., Sigafos, J., Lancioni, G., Rispoli, M. (2010). Gluten-free and casein-free diets in the treatment of autism spectrum disorders: a systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 4(3), 328-339.
51. Pennesi, C.M., Klein, L.C. (2012). Effectiveness of the gluten-free, casein-free diet for children diagnosed with autism spectrum disorder: based on parental report. *Nutritional neuroscience*, 15(2), 85-91.
52. Christison, G.W., Ivany, K. (2006). Elimination diets in autism spectrum disorders: any wheat amidst the chaff? *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 27(2), 162-171.
53. Marí-Bauset, S., Zazpe, I., Mari-Sanchis, A., Llopis-González, A., Morales-Suárez-Varela, M. (2014). Evidence of the gluten-free and casein-free diet in autism spectrum disorders: A systematic review. *Journal of Child Neurology*, 29(12), 1718–27.
54. Millward, C., Ferriter, M., Calver, S.J., Connell-Jones, G.G. (2008). Gluten- and casein-free diets for autistic spectrum disorder. In: Ferriter M, editor. Cochrane Database of Syst Rev. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; CD003498.
55. Lucarelli, S., Frediani, T., Zingoni, A.M., Ferruzzi, F., Giardini, O., Quintieri, F., Barbato, M., D'Eufemia, P., Cardi, E. (1995). Food allergy and infantile autism. *Panminerva Medica*, 37, 137-141.
56. Nazni, P., Wesely, E.G., Nishadevi, V. (2008). Impact of Casein and Gluten Free Dietary Intervention on Selected Autistic Children. *Iranian Journal of Pediatrics*, 18, 244-250.
57. Knivsberg, A.M., Reichelt, K.L., Høien, T., Nodland, M. (2002). A randomized, controlled study of dietary intervention in autistic syndromes. *Nutritional Neuroscience*, 5, 251-261.
58. de Magistris, L., Familiari, V., Pascotto, A., Sapone, A., Froli, A., Iardino, P., Carteni, M., de Rosa, M., Francavilla, R., Riegler, G., Militerni, R., Bravaccio, C.

- (2010). Alterations of the Intestinal Barrier in Patients With Autism Spectrum Disorders and in Their First-degree Relatives. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 51, 418-424.
59. Johnson, C.R., Handen, B.L., Zimmer, M., Sacco, K., Turner, K. (2011). Effects of Gluten Free / Casein Free Diet in Young Children with Autism: A Pilot Study. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 23, 213-225.
60. Lange, K.W., Hauser, J., Reissmann, A. (2015). Gluten-free and casein-free diets in the therapy of autism. *Curr Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 18, 572-575.
61. Whiteley, P., Shattock, P., Carr, K., Hooper, M., Todd, L. (2010). How Could a Gluten- and Casein-Free Diet Ameliorate Symptoms Associated with Autism Spectrum Conditions? *Autism Insights*, 2, 39.
62. Smith, M.A., Scholey, A.B. (2014). Nutritional influences on human neurocognitive functioning. *Frontiers In Human Neuroscience*, 8, 358
63. Ciéslińska, A., Kostyra, E., Savelkoul, H.F. (2017). Treating autism spectrum disorder with gluten-free and casein-free diet: The underlying microbiota-gut-brain axis mechanisms. *Journal of Clinical Immunology and Immunotherapy*, 3, 1-11.
64. Herbert, M. R., Buckley, J. A. (2013). Autism and dietary therapy: case report and review of the literature. *Journal of child neurology*, 28(8), 975-982. **65**
65. Johnston, C.S., Tjonn, S.L., Swan, P.D., White, A., Hutchins, H., Sears, B. (2006). Ketogenic low-carbohydrate diets have no metabolic advantage over nonketogenic low-carbohydrate diets. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 1055–61.
66. Napoli, E., Dueñas, N., Giulivi, C. (2014). Potential therapeutic use of the ketogenic diet in autism spectrum disorders. *Frontiers In Pediatrics*, 2, 69.
67. El-Rashidy, O., El-Baz, F., El-Gendy, Y., Khalaf, R., Reda, D., Saad, K. (2017). Ketogenic diet versus gluten free casein free diet in autistic children: a case-control study. *Metabolic Brain Disease*, 32(6), 1935-1941.
68. Mantis, J.G., Fritz, C.L., Marsh, J., Heinrichs, S.C., Seyfried, T.N. (2009). Improvement in motor and exploratory behavior in Rett syndrome mice with restricted ketogenic and standard diets. *Epilepsy & Behavior*, 5, 133–41.
69. Ruskin, D.N., Svedova, J., Cote, J.L., Sandau, U., Rho, J.M., Kawamura, M., Boison, D., Masino S.A. (2013). Ketogenic diet improves core symptoms of autism in BTBR mice. *PLoS One*, 8, e65021.
70. Berry, R.C., Novak, P., Withrow, N., Schmidt, B., Rarback, S., Feucht, S., Criado, K.K., Sharp, W.G. (2015). Nutrition management of gastrointestinal symptoms in

children with autism spectrum disorder: guideline from an expert panel. *Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics*, 115(12), 1919–27

71. Cohen, S.A., Gold, B.D., Oliva, S., Lewis, J., Stallworth, A., Koch, B., Eshee, L., Mason, D. (2014). Clinical and mucosal improvement with specific carbohydrate diet in pediatric Crohn disease. *Journal Of Pediatric Gastroenterology And Nutrition*, 59(4), 516-521.
72. Önal, S., Uçar, A. (2017). Otizm Spektrum Bozukluğu Tedavisinde Beslenme Yaklaşımları. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 61, 179-194.

**SOLUTION BLOWING TEKNİĞİNDE KONSANTRASYON VE HAVA BASINCI
PARAMETRELERİNİN NANOLİF YAPISINA ETKİSİ**

THE EFFECT OF CONCENTRATION AND AIR PRESSURE PARAMETERS ON
NANOFIBER STRUCTURE IN SOLUTION BLOWING TECHNIQUE

D. Soyşan KEBELİ

Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş., Onikişubat, Kahramanmaraş.

Dr. Utkay DÖNMEZ

Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş., Onikişubat, Kahramanmaraş.

Doğan AKGÜL

Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş., Onikişubat, Kahramanmaraş.

Hızır Okan ŞEKER

Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş., Onikişubat, Kahramanmaraş.

Hacı Arif KURT

Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş., Onikişubat, Kahramanmaraş.

Serkan KISA

Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş., Onikişubat, Kahramanmaraş.

ÖZET

Bilim adamları, etkin ve düşük maliyetli ürün ve üretim arayışlarına yüzyıllardır devam etmektedir. Son dönemlerde nanolif üretiminde solution blowing tekniği kullanılmaya başlanmıştır. Solution blowing tekniği, yüksek hızlarda üretim ile öne çıkmaktadır. Bu çalışmada poliamid-6 polimeri kullanılarak %9-12-15 konsantrasyonlarda ve 1-3-5 bar basınçlı hava ile yapılan nanolif yüzey üretimi gerçekleştirilmiştir. Ortalama nanolif çapı ve nanolif yüzeyin yapısal farklılıkları SEM analizleri ile incelenmiştir. Çap oluşumunda konsantrasyon parametresinin, hava basıncına göre daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Deneysel çalışmada 91 ± 28 nm ile 184 ± 46 nm arasında ortalama nanolif çaplarında üretimler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Solution Blowing, Hava Basıncı, Konsantrasyon, Nanolif Optimizasyonu

ABSTRACT

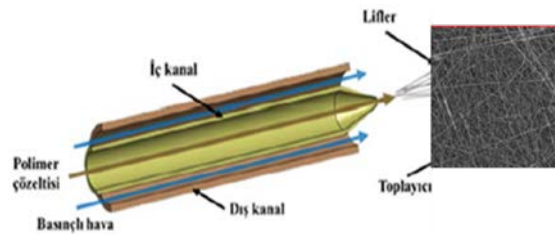
Scientists have been searching for effective and low-cost products and production for centuries. Recently, the solution blowing technique has been used in nanofiber production. Solution blowing technique stands out with high speed production. In this study, nanofiber surface was produced using polyamide-6 at 9-12-15% concentrations and with 1-3-5 bar

compressed air. The average nanofiber diameter and structural differences of the nanofiber surface were investigated by SEM analysis. In the experimental study, average nanofiber diameters between 91 ± 28 nm and 184 ± 46 nm were produced. Concentration parameter is found to be more effective than air pressure in diameter formation.

Keywords: Soltion Blowing, Air Pressure, Concentration, Nanofiber Optimization

GİRİŞ

Nanolif teknolojisi, katma değerli ürünlerin üretilmesinde kullanılan ve fiyat-performans açısından avantajlı bir üretim teknolojisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Teo ve Ramakrishna, 2006). Farklı polimerler ve katkı maddeleri ile çalışılarak, filtre malzemelerinden biomalzemelere, sensörlerden kompozit takviye malzemelerine birçok alanda, yüksek katma değerli ve yüksek performanslı ürünler imal edilebilmektedir (Teo ve Ramakrishna, 2006; Stojanovska vd., 2016; Thenmozhi vd., 2017). Yaygın olarak kullanılan birkaç nanolif üretim tekniği vardır (Cengiz vd., 2009); bunlardan en önemlisi de solution blowing (çözelti üfleme) tekniğidir. Bilinen nanolif üretim (santrifüj, elektrospinning...) tekniklerine göre verimliliği oldukça yüksek bir nanolif üretim teknolojisidir. Solution blowing tekniğinde, hazırlanan polimer çözeltisinden nanoliflerin koparılıp, toplayıcı üzerine biriktirilmesi yüksek hava basıncı kuvvetiyle gerçekleşmektedir (Polat vd., 2016; Canbay Gökçe vd., 2018). Solution blowing ile 50 nm boyutlarında nanolifler üretilmektedir. Üretim tekniği, sistem parametreleri (nozul çapı, nozul sayısı, toplayıcı tipi), proses parametreleri (hava basıncı, hava sıcaklığı, çözelti besleme hızı) ve malzeme parametreleri (çözelti konsantrasyonu, sıcaklığı, viskozitesi) gibi değişkenler nanolif üretimlerini etkileyen parametrelerdir. Şekil 1’de gösterildiği gibi nozulun iç kanalından polimer çözeltisi, dış kanalından ise basınçlı hava gönderilerek nanoliflerin oluşması sağlanmaktadır (Polat vd. 2020).



Şekil 1. Solution blowing sisteminde nozul yapısı

Bu çalışmada solution blowing yöntemi ile poliamid-6 polimeri kullanılarak konsantrasyon ve hava basıncının nanoliflere etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Solution Blowing tekniği ile nanolif yüzey oluşturmak için hazırlanan polimer çözeltisinde kullanılmak üzere Politem Plastik ve Tekstil Paz. San. Dış. Tic. A.Ş./İstanbul firmasından

Poliamid-6 (PA-6), çözücü olarak Asetik Asit-%99 (AA-%99) ve Formik Asit-%99 (FA-%99) kimyasalları Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Altlık olarak ise polipropilen spunbond kumaş Teknomelt Teknik Mensucat San. Ve Tic. A.Ş firmasından temin edilmiştir.

Metod

Nanolif yüzey üretiminde solution blowing tekniği kullanılmıştır. Polimer çözeltisi hazırlamak için 3 farklı çözelti oranı belirlenmiştir. Öncelikle FA-%99 ve AA-%99 çözücüleri 1:1 oranında karıştırılmıştır. Daha sonra bu çözücüler ile %9, %12 ve %15 polimer çözeltisi hazırlanmıştır. Bir pompa yardımıyla şırıngadan nozula beslenen polimer çözeltisi, basınçlı hava yardımıyla toplayıcı üzerine püskürtülmüştür. Toplayıcı, sabit bir hava emiş gücüne sahip olup, nozuldan püskürtülen nanolifleri kumaş yüzeyinde toplamaya yardımcı olmaktadır. İşlem sırasında toplayıcı üzerine altlık olarak spunbond kumaş kaplanmış ve nanoliflerin spunbond kumaş üzerine kaplanması sağlanmıştır.

ARAŞTIRMA ve BULGULAR

Hazırlanan polimer çözeltilerinin viskozite ve iletkenlik değerleri ölçülmüş ve solution blowing parametreleri Tablo 1’de verilmiştir.

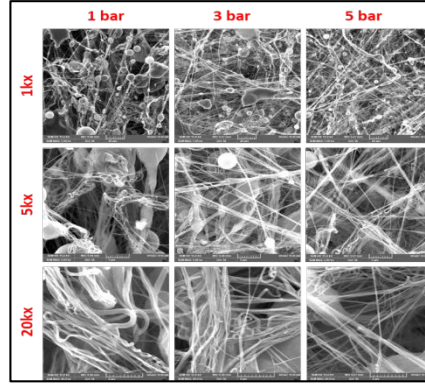
Tablo 1. Solution Blowing Polimer Çözeltisi Parametreleri

S.N.	Çözelti Oranı (%)	Hava Basıncı (Bar)	Viskozite (mPa.S) 100 rpm	Çözelti İletkenliği (μS/cm)	Çözelti Sıcaklığı (°C)
1	9	1	156,2	398,7	29,7
2	9	3			
3	9	5			
4	12	1	340,40	427,00	28,30
5	12	3			
6	12	5			
7	15	1	473,2	415,0	29,7
8	15	3			
9	15	5			

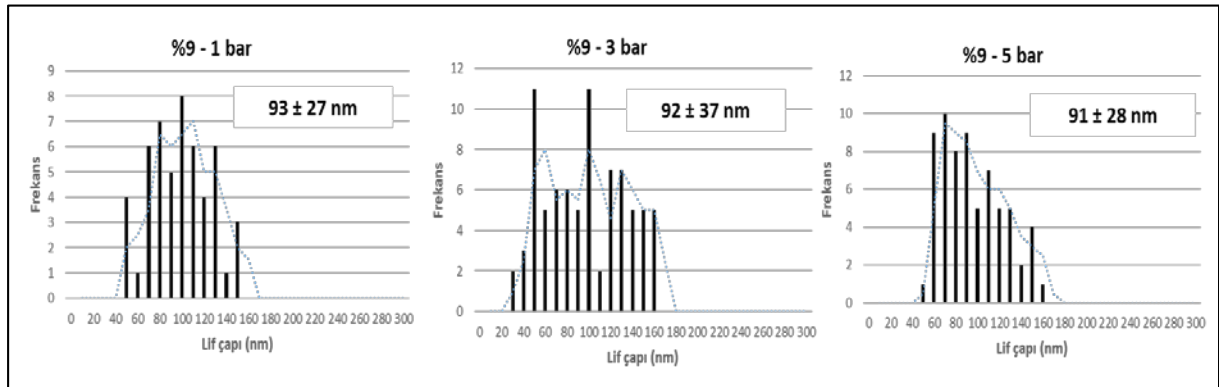
Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan polimer çözeltileri, solution blowing nanolif yüzey üretim makinesinde farklı hava basınçları altında çalışılmış ve elde edilen nanolif yüzeylerin SEM analizleri incelenmiştir. En uygun morfolojik yapıya sahip olan nanolif yüzey, SEM görüntüleri kullanılarak belirlenmiş ve uygun solution blowing parametreleri tespit edilmiştir.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizleri

Elde edilen nanolif yüzeyler altın kaplama yapılarak ortalama lif çapları ve yüzeyin morfolojik incelemesi yapılmıştır. SEM analizleri 1 kx, 5kx ve 20 kx büyütme oranlarında alınmış ve sırasıyla aşağıda verilmiştir.

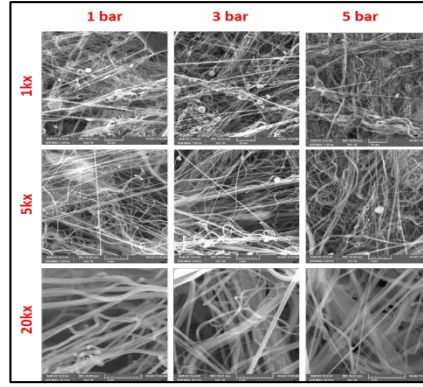


Şekil 2. %9'luk çözeltiden üretilen nanolif yüzeylerin SEM görüntüleri

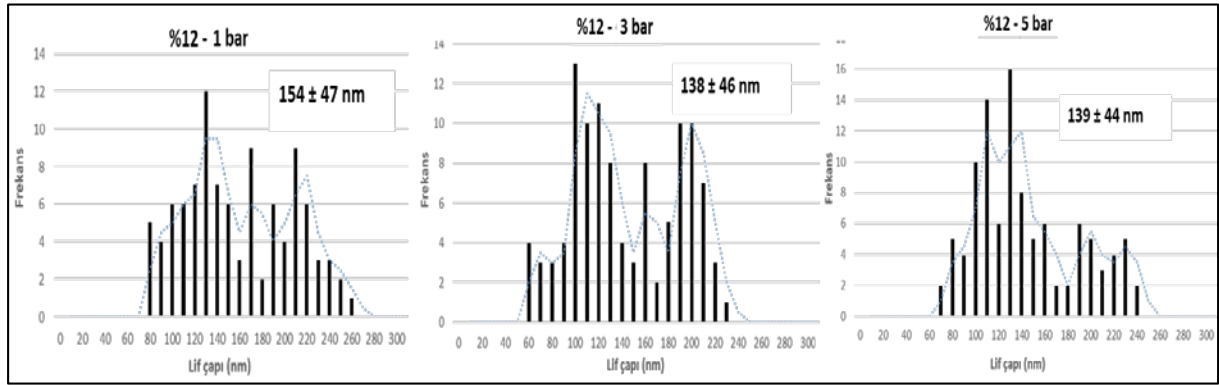


Şekil 3. %9'luk çözeltiden elde edilen nanolif yüzeylerin ortalama lif çapı ve dağılımı

Şekil 3'de görüldüğü üzere, %9'luk çözelti ile elde edilen nanoliflerin ortalama çap değerleri birbirine yakın elde edilmiştir. Nanolif dağılımı ise 5 bar hava basıncında çalışılan numune de daha stabil görülmektedir. 1 kx büyütme SEM görüntülerinde polimer damlacıkları görülmektedir. Polimer çözeltisinde lif oluşturmak için uygulanan basınçlı havanın, çözücüyü buharlaştırmadan, doğrudan toplayıcı üzerinde nanolifleri biriktirmesi ve bu sebepten polimer damlacıklarının oluştuğu görülmektedir. Uygulanan hava basıncının artması ile polimer damlacıklarının daha küçük olarak oluştuğu görülmüştür. Bu durumda, %9'luk konsantrasyonda hazırlanan polimer çözeltisi için en uygun çalışma parametresi 5 bar olarak tespit edilmiştir.

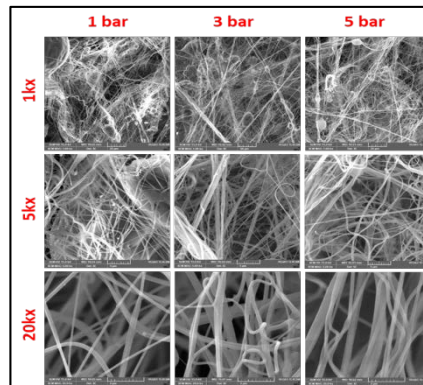


Şekil 4. %12’lik çözeltiden üretilen nanolif yüzeylerin SEM görüntüleri

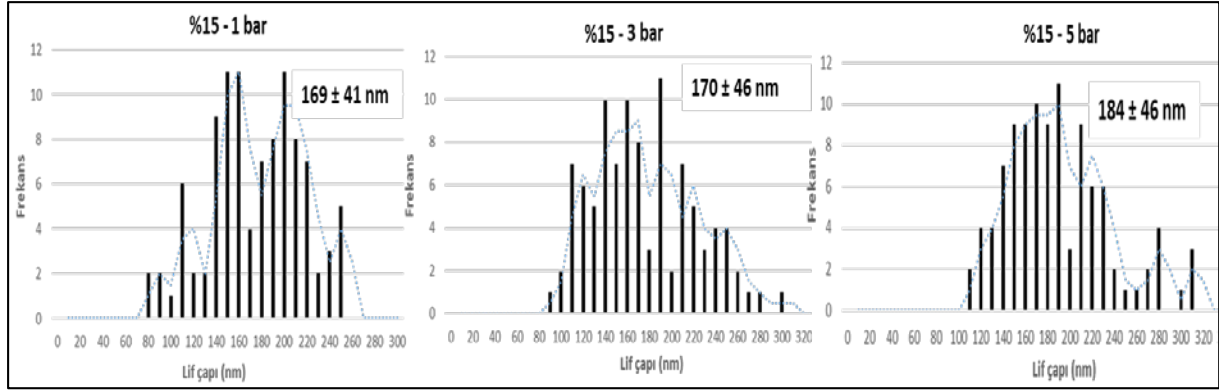


Şekil 5. %12’lik çözeltiden elde edilen nanolif yüzeylerin ortalama lif çapı ve dağılımı

Şekil 5’te görüldüğü üzere, 1 bar hava basıncında çalışılan %12’lik numunede en yüksek ortalama nanolif çapına sahip nanolif yüzey elde edilmiştir. Yüksek hava basıncı değerinde daha küçük çaplarda nanolif üretildiği görülmüştür. Lif çaplarının dağılımları incelendiğinde en stabil görülen 1 bar hava basıncı ile çalışılan numune göstermiştir. 5 bar hava basıncında çalışılan numune de polimer damlacıklarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda %12’lik polimer çözeltisi için en uygun hava basıncı değerinin 5 bar olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6. %15’lik çözeltiden üretilen nanolif yüzeylerin SEM görüntüleri



Şekil 6. %15’lik çözeltiden elde edilen nanolif yüzeylerin ortalama lif çapı ve dağılımı

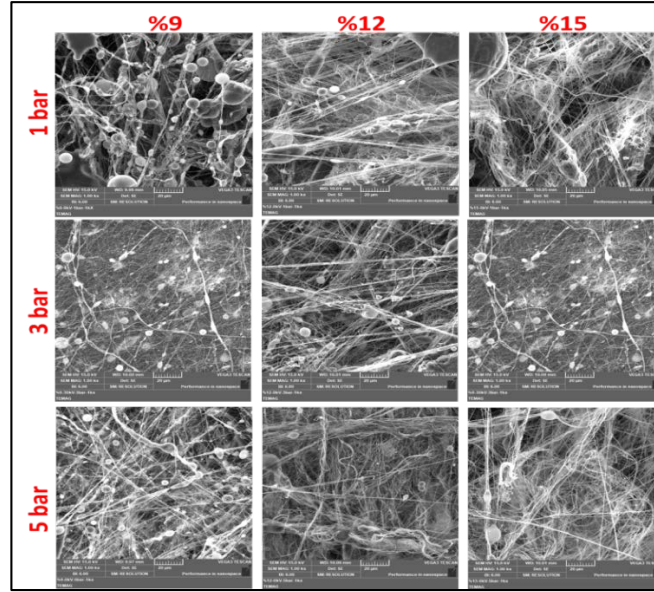
Şekil 6’da görüldüğü üzere %15’lik çözeltide elde edilen en yüksek ortalama lif çapına sahip numune 5 bar ile çalışılan numunedir. Ortalama lif çapı dağılımını en geniş olduğu numune, 5 bar hava basıncıyla çalışılan numunedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde 3 bar hava basıncıyla çalışılan numunenin çok daha uygun bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Hava basıncı 1 bar olan numunede polimer damlacıklarının çok az olduğu görülmüştür. Ortalama lif çapı değeri, dağılımı ve polimer damlacığı durumları göz önüne alındığında %15’lik çözelti için en uygun hava basıncının 1 bar olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmada karşılaştırma yapılması gereken bir diğer durum ise hava basıncı değerinin sabit tutulup, konsantrasyon değişimlerine göre ortalama lif çapı ve damlacık oluşum miktarlarının gözlenmesidir. Tablo 2’de solution blowing parametreleri ile ortalama lif çapı değerleri verilmiştir.

Tablo 2. Üretim parametreleri ve ortalama lif çapı değerleri

S.N.	Hava Basıncı (Bar)	Çözelti Oranı (%)	Ortalama Nanolif Çapı (nm)
1	1	10	169 ± 41
2	1	12	154 ± 47
3	1	15	168 ± 44
4	3	10	169 ± 41
5	3	12	170 ± 46
6	3	15	158 ± 46
7	5	10	184 ± 46
8	5	12	188 ± 44
9	5	15	184 ± 46

Tablo 2’de görüldüğü üzere tüm hava basıncı değerlerinde, çözeltideki polimer miktarı arttıkça ortalama nanolif çapında artış görülmüştür. Daha küçük nanolif çaplarına ulaşabilmek için daha düşük çözelti konsantrasyonlarının kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır. Nanolif yüzeylerde solution blowing üretiminde oluşan polimer damlaların görüntüleri ise 1 kx büyütmedeki SEM görüntüleri Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Nanolif yüzeylerin 1 kx büyütmedeki SEM görüntüleri

SONUÇ

Nanolif yüzeylerin kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Bugün filtre, medikal, kompozit, güneş enerji panelleri ve bataryalar olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. Bu çalışmada solution blowing tekniğinde PA-6 kullanarak nanolif yüzey üretim optimizasyonu yapılmaya çalışılmıştır. Bu amaç için %9, %12 ve %15'lik konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmış, 1/2/3 bar hava basıncı değerlerinde sabit toplayıcı mesafesi, sabit besleme koşullarında nanolif yüzeyler üretilmiş ve SEM görüntüleri analiz edilerek optimum üretim parametresi belirlenmiştir.

SEM analizi sonucunda, ortalama lif çapına konsantrasyonun etkisinin, hava basıncının etkisinden daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Solution blowing tekniği ile 93 nm ortalama lif çapına sahip nanolifler üretilmiştir. Nanolif yüzeylerde oluşan polimer damlalarının ise nanolif yüzeylerin homojen yapısını olumsuz etkileyeceği söylenebilir. Bu sebeple damlacık oluşumunun düşük olduğu üretim parametresinin optimum parametre olduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 7200542 nolu proje tarafından desteklenmiştir. TÜBİTAK kurumuna teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKÇA

Polat, Y., Yangaz, M. U., Calisir, M. D., Gul, M. Z., Demir, A., Ekici, B., Kilic, A. (2020). Effect Of Air Pressure On Nanofiber Method Production In Solution Blowing. Journal Of The Faculty Of Engineering And Architecture Of Gazi University, 35(4), 1719-1728.

- Gökçe Canbay, E., Akgül, Y, Kılıç, A., Açma, E. (2018). Antibakteriyel Nanolif Yapılarının Çözültiden Üfleme Sistemi ile Üretimi ve Karakterizasyonu, *Tekstil ve Mühendis*, 25: 110, 78-85.
- Polat, Y., Pampal, E.S., Stojanovska, E., Simsek, R., Hassanin, A., Kilic, A., Yilmaz, S. (2016). Solution Blowing Of Thermoplastic Polyurethane Nanofibers: A Facile Method To Produce Flexible Porous Materials. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(9).
- Stojanovska, E., Canbay, E., Pampal, E. S., Calisir, M. D., Agma, O., Polat, Y., Simsek, R., Gundogdu, N.A.S., Akgul, Y., and Kilic, A. (2016). A Review On Non-Electro Nanofibre Spinning Techniques. *RSC advances*, 6(87), 83783-83801.
- Teo W.E. and Ramakrishna S. (2006). A Review On Electrospinning Design And Nanofibre Assemblies, *Nanotechnology*, 17 (14), R 89.
- Thenmozhi S., Dharmaraj N., Kadirvelu K., ve Kim H.Y. (2017). Electrospun Nanofibers: New Generation Materials For Advanced Applications, *Materials Science and Engineering: B*, 217, 36-48.
- Alma, M. H., Yazıcı, M., Yıldırım, B., Tiye, İ. (2017). Spunbond Dokusuz Tekstil Yüzeyi Üzerine Elektro Çekim Yöntemi ile Nano Boyutta Grafen Kaplanması ve Karakterizasyonu. *Tekstil ve Mühendis*, 24(108), 243-253.
- Cengiz, F., Krucińska, I., Gliścińska, E., Chrzanowski, M., Goktepe, F. (2009). Comparative Analysis Of Various Electrospinning Methods Of Nanofibre Formation. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, (1 (72)), 13–19.

ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİNDE GENETİK ALGORİTMA KULLANIMI

GENETIC ALGORITHM IN ELECTIC VEHICLE TECHNOLOGIES

Emre KIZILTEPE

Department of Electrical Engineering Faculty of Electrical and Electronics Engineering
Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey

ORCID NO: 0000-0003-1549-5395

Assist. Prof. Bedri Kekezoğlu

Department of Electrical Engineering Faculty of Electrical and Electronics Engineering
Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-1202-913X

ÖZET

Dünya üzerinde fosil yakıtların sınırlı olması, çevre kirliliğinin azaltılması için yapılan çalışmalar, enerji verimliliği, teknolojinin gelişmesi ve buna ilaveten artan teşvikler ile yaptırımların sonucunda son yıllarda elektrikli araç teknolojilerinde önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmeler birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Özellikle elektrikli araçlardaki menzil kavramı depolama sistemlerindeki çalışmalara önemli ivme kazandırırken, şebeke üzerinde şarj istasyonlarının artışı da güç sistemi üzerindeki çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Tüm bu problemlerin optimum çözümlerinin bulunabilmesi noktasında çalışmalar devam etmekte ve farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada da elektrik araçlara ait problemlerin çözümünde genetik algoritmanın kullanımı irdelenmiş, mevcut literatür sunulmuş ve gelecek çalışmalara ışık tutulmuştur.

Anahtar Kelimeler: elektrikli taşıt, şarj istasyonu, genetik algoritma

ABSTRACT

In recent years, the use of electric vehicles has made a serious impact as fossil fuels are limited in the world, studies to reduce the environmental pollution, energy efficiency, technology development, and the support and sanctions of the states. These developments have brought many problems. While the issue of range, especially in electric vehicles, has accelerated the work in storage systems, the increase in charging stations number on the grid has intensified the work on the power system. Studies continue to find the optimum solutions for all these problems and different methods are used. In this paper, the use of genetic algorithm in solving problems related to electrical vehicles is examined, current literature is presented and future studies are enlightened.

Keywords: electric vehicle, charging station, genetic algorithm

GİRİŞ

1908’de seri üretim hattının kurulmasına kadar yaygın olarak kullanılmakta olan elektrikli araçlar, 20. yüzyıl sonlarına doğru yeniden hatırlanmıştır ve 21. yy başlarında da tekrardan popüler hale gelmiştir [1].

Dünya nüfusunun hızla artması ve enerji ihtiyacının buna paralel olarak sürekli artış eğiliminde olması fosil yakıt stoğunu azaltmıştır. Sürdürülebilirlik açısından insanlar farklı enerji kaynağı arayışlarını hızlandırmıştır. Küresel ısınmanın önüne geçme çalışmaları ve çevre kirliliğini en aza indirme gayretleri gelişmiş ülkelerin öncülüğünde tüm dünyanın gündemine girmiştir. Yenilenebilir enerji ve ZEV ‘zero-emissions vehicle’ olarak adlandırılan çevreye duyarlı ve egzoz gazı yaymayan ulaşım araçlarının kullanımını teşvik edecek vergilendirme sistemleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Birçok ülke içten yanmalı motorlu (İYM) araçların satışını yasaklamış ve kullanımının yasaklanacağı tarihleri ilan etmiştir.

Teşvik planları ve vergilendirme sistemlerine karşın elektrikli araçların (EV), İYM araçlar yaygın olmasını engelleyen faktörler vardır. Literatürde bu sınırlar çokça irdelenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Batarya teknolojisinin şu anki sistemle maliyeti, EV maliyetinin büyük kısmını oluşturmaktadır. Şarj istasyonlarının (CS) henüz yeterli sayıda ve optimal bir dağılıma sahip olmaması menzil problemlerine çözüm sunamamaktadır. Bataryaların belli bir hızla şarj olması da şarj süresini arttırdığından son kullanıcı tarafında hoş karşılanmamaktadır.

Yapılan çalışmalarda, gelecek dönem için elektrikli araç kullanımının çok yaygın hale geleceği öngörülmektedir [2]. Bu durumun elektrik şebekesi açısından bazı handikapları da beraberinde getireceği bilinmektedir. Birçok aracın aynı noktadan ve aynı anda şarja bağlanması şebeke tarafında kalite problemleri oluşturulabileceği gibi şarj istasyonunun beslediği trafo ile mesafesine bağlı olarak enerji kayıpları artacaktır. Şarj zamanlarının önceden planlanması ve şarj istasyonlarının şebekeye bağlanma noktalarının iyileştirilmesi ile kalite sorunlarının önüne geçilebilmesi, kayıpların kontrol edilebilmesi ve maliyetlerin düşürülebilmesi hedeflenmektedir.

Dezavantajlarının yanında, gerekli durumlarda sistemin desteklenmesi açısından EV’lerin şebekeyi (vehicle to grid – V2V), başka bir aracı (vehicle to vehicle–V2V) ve evleri (vehicle to home-V2H) besleyebileceği çalışmalar yürütülmektedir [3]. Tamamen bataryalı araçlarda (BEA) batarya kapasitesi 80-90 kWh’e kadar çıkabilmektedir. Araçlar, ortalama günün %10’luk diliminde kullanımdadır. Park halinde olduğu sürelerde araçların puant gücü, baz-yük gücü, rezerv gücü ve frekans regülasyonu bakımından maliyet değerlendirmeleri literatürde sunulmuştur [4-5].

Gerçekleştirilen bu çalışmada elektrik araç teknolojileri hakkında genel bilgiler verilmiş ve ardından elektrikli araç uygulamalarında genetik algoritma kullanımına yönelik literatür sunulmuştur.

ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİ

Günümüzde kullanımda olan üç ana elektrikli araç tipi bulunmaktadır. Bunlar sırası ile Çizelge 1.1’de gösterilmiştir.

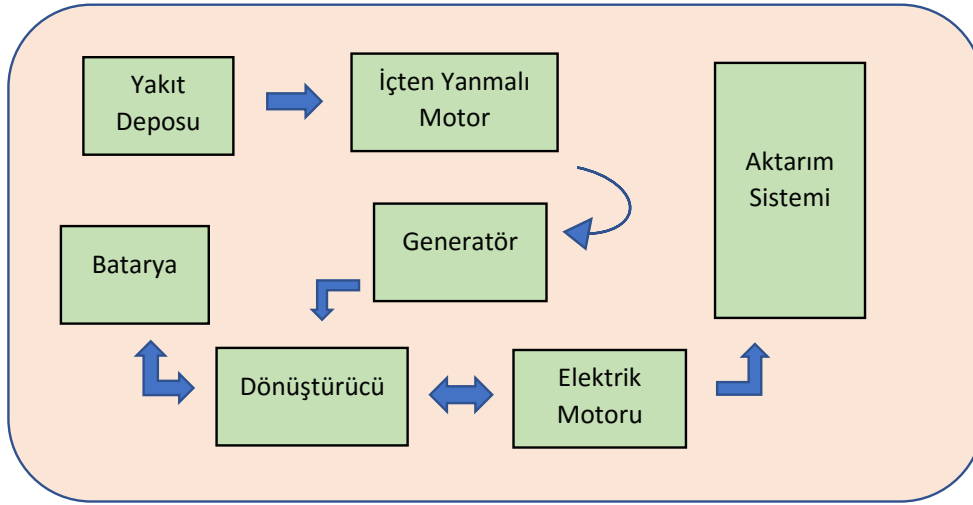
Araç Tipleri	Motor Tipi	Batarya Şarj Edilme Durumu
HEVs	İçten Yanmalı Motor + Elektrikli Motor	İYM üzerinden
PHEVs	İçten Yanmalı Motor + Elektrikli Motor	İYM üzerinden veya Harici
BEV	Elektrik Motor	Harici

Çizelge 1.1 EV’nin Motor Tipleri ve Batarya Şarj Edilme Durumları

Fişsiz Hibrit Elektrikli Araçlar (HEVs)

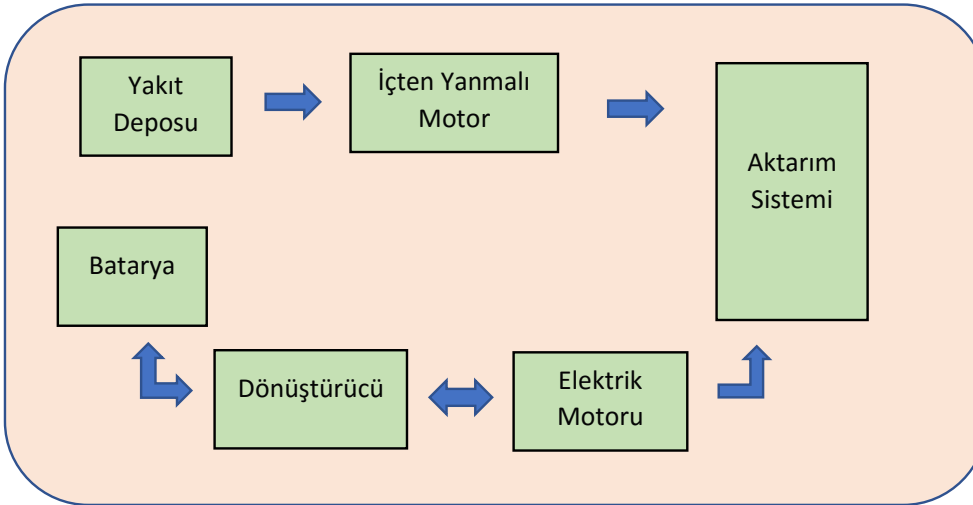
İçten yanmalı ve elektrikli olmak üzere iki motordan oluşan bir sistem ve birbirine bağlanma şekillerine göre isimlendirilen araçlardır. İki motor kullanılmasının temel sebebi yüksek performansları daha ekonomik koşullarda almaktır. İYM’lu araçların ivmelenme anlarındaki verimsizlikleri, belirli bir hıza kadar elektrikli motorun enerjisi kullanılarak çözülür. Frenleme anında açığa çıkacak enerji, elektrikli motoru generatör modunda kullanarak bataryalarda depo edilebilir ve pozitif ivmelenme anında kullanılabilir. İvmelenmenin yüksek olduğu bölgelerde, yani kabaca 50km/h hızın altında, elektrikli motor ağırlıklı olarak kullanılırken; daha stabil hızlarda İYM kullanılır [6]. Bu sayede batarya paketi tam hıza göre seçilmediğinden nispeten küçük boyutlarda olur. Genelde kalkış ve duruşta elektrik motoru devrede olan bu araçları dışarıdan şarj etmek mümkün değildir. Bu araçlar, İYM ve elektrikli motorun bağlantısına göre isimlendirilirler.

Seri olan tipinde İYM bir generatör yardımıyla baraya enerji basar. Batarya ve İYM kaynaklı enerji bir güç dönüştürücüsü ile elektrik motorunu besler. Aracın tekerlerini besleyen motor elektrik motorudur. Bütün ivmelenmeyi ve hızı elektrikli motor çektiği için verimli bir sistemdir. Ama aracı hareket ettiren gücün tamamı elektrikli motordan geçtiği için büyük motorlar kullanılmalıdır. Bu da maliyetleri yükselteceği için pek tercih edilmez. Seri HEV blok diyagramı Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 Seri HEV blok diyagramı

Paralel olan tipinde ise eşzamanlı olarak iki motor çalışır. Bu sayede seri olan modellerden daha ekonomiktir. Paralel HEV blok diyagramı Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2 Paralel HEV blok diyagramı

Seri-paralel olan tipinde ise iki tipin özelliklerine de sahiptir. Karmaşık yapısı ve kontrol zorluğundan dolayı daha maliyetlidir [7]. Seri-paralel HEV blok diyagramı Şekil 1.3’te gösterilmiştir.



HEV ile benzerlik gösterir. HEV'lere göre daha büyük bir bataryası olduğu için harici şarj olanağı vardır. Bu kullanımda İYM'ler daha verimli kullanılır. V2V sistemi ile çalışmak, bu teknoloji ile mümkün hale gelir. Bataryası daha büyük olduğundan elektrikli motor daha uzun süre kullanılabilir. Bu da HEV'lere göre enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır.

Sadece batarya ve elektrikli motoru olan araçlardır. İYM ve fosil yakıt ihtiyaçları yoktur. Dolayısıyla hareket için ihtiyaç olan bütün enerji bataryalarda bulunan kimyasal enerjinin elektrik enerjisine; motorun da elektrik enerjisini kinetik enerjiye dönüştürmesiyle sağlanır. Batarya şebekeden şarj edilir. Bunun yanı sıra rejeneratif frenleme ile de bataryaya enerji depolanır. Hareket için gerekli enerji sadece bataryalardan sağlanacağı için çok büyük güçlerde batarya paketi bulunur. Batarya paketlerinin büyük olmasından kaynaklı olarak çeşitli şarj yöntemleri gelişmiştir. BEV blok diyagramı Şekil 1.4’de gösterilmiştir.



Elektrikli araçlarda genellikle seri sargılı DC motor, Sabit mıknatıslı DC motor ve indüksiyon motorlar tercih edilir. DC motorlar elektrikli araçlarda sıklıkla tercih edilir. Mali uygunluğunun yanı sıra AC motorlara göre erişimi daha rahattır. DC motorlarda rahatlıkla normal hızın üzerine çıkılabilir. AC motorlar ise performans olarak DC motorların oldukça önündedir. AC motorları, daha hafiftir, motor nominal gerilimi yüksek değerdedir ve yüksek tork gücüne sahiptir, bakım gereksinimine daha az ihtiyaç duyulur ve daha ekonomiktir.

ŞARJ İSTASYONLARI

Bölgeden bölgeye ve ülkeden ülkeye gerilim ve frekans değerleri farklılık gösterebilmektedir. Elektrikli araçlar, sürekli hareket halinde olan nesneler olduğu için ülkeler arasında dolaşım gösterebilmektedirler. Ülkeler arasındaki farklılıktan etkilenilmemesi amacıyla şarj istasyonları için standartlar belirlenmiştir.

Şarj İstasyonu Standartları

Bu alanda kabul gören standartları belirleyen kuruluşlardan Society of Automotive Engineers (SAE) 1900'lerin başında Amerikalı otomotiv üreticileri başta olmak üzere tüm dünyadan birçok üreticinin ve bu sektöre çalışan ticaretçilerin bir araya gelerek kurduğu birliktir. International Electrotechnical Commission (IEC) ise 1881 yılında Paris'te temelleri atılmış, Fransa merkezli elektrik, elektronik ve bununla ilgili teknolojiler üzerine standartlaştırma yapan bağımsız bir kuruluştur. Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2 ile iki normun belirlediği gerilim seviyeleri paylaşılmıştır [8-9].

	Şarj Seviyesi	Akım Değeri (A)	Gerilim Değeri (V)	Güç Değeri (kW)
AC	Seviye 1	12	120	1,4
AC	Seviye 1	16	120	1,9
AC	Seviye 2	>20	240	<19,2
AC	Seviye 2	<80	240	<19,2
DC	Seviye 1	80	200-450	<36
DC	Seviye 2	200	200-450	<90
DC	Seviye 3	400	200-600	<240

Çizelge 2.1 SAE J1772 için gerilim seviyeleri

SAE J1772 incelenecek olursa AC Seviye 1 giriş seviyesindeki şarj metodudur. 120 V AC gerilimi kullanan ülkelerde konut tipi yerlerde kullanılır. AC Seviye 2 EVCS 220-240V gerilimi kullanan ülkelerde konut, ticari ve kamusal alanlar için (en az 20 – en fazla 80A akım verebilecek adaptasyonlar ile) ideal EV batarya şarj yöntemidir. AC seviye 1 ile AC seviye 2 konnektörleri aynıdır. Batarya tipine ve araca göre değişmekle birlikte, AC Seviye 2 ile şarj

edilmesi ile saat başına EV'nin menziline 16 ila 32 km arasında artırılır [8]. DC özel kurulum ile kullanıma sunulan şarj istasyonlarıdır. Genellikle kamusal kullanımın olduğu, otel, akaryakıt istasyonları ve otoban çevresindeki duraklama alanlarında kullanıma sunulur. Saat başına EV'nin menziline 250-300 km kadar ekleyebilir [10].

	Şarj Modları	Faz Sayısı	Gerilim Değeri (V)	Akım Değeri (A)
AC	Mod 1	1	<250	<16
AC	Mod 1	3	<480	<16
AC	Mod 2	1	<250	<32
AC	Mod 2	3	<480	<32
AC	Mod 3	1	<250	<250
AC	Mod 3	3	<480	<250
DC	Mod 4	-	<1000	<400

Çizelge 2.2 IEC 61851 için gerilim seviyeleri

IEC 61851 standardı Çin ve Amerika'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrım modlara göre yapılmıştır. Çizelge 3.2 ile bu modlar verilmiştir.

Mod 2 ile Mod 1 aynı gerilim seviyelerindedir. Aralarındaki fark akımın ikiye katlanmış olmasıdır. Buna ek olarak Mod 2'de şarj istasyonuna bağlantıyı kontrol eden bir özellik daha mevcuttur. Mod 2'de, Mod 1'den farklı olarak kaçak akım koruma rölesi zorunludur.

Mod 3 ile akım seviyesi konut kullanımındaki değerlerin üzerine çıkar. Bu sebeple kullanılan EVCS özelleşmektedir. Mod 2 ile gelen şarj kontrolü bu mod ile şarj istasyonunu da kapsar. Tek faz veya üç faz olarak seçenekleri mevcuttur. Kontrol ve 250A değerinde akım için özel kablo kullanımı zorunludur [9]. Araç ve şarj istasyonu haberleşmesi mevcut olduğu için çift yönlü haberleşme uygulanmaktadır. Bu sayede akıllı şebeke adaptasyonu mümkün hale gelmektedir.

Mod 4 ile gerilim tipi DC hale gelmiştir. Bataryanın direkt olarak DC şarjı sebebiyle araç üzerinde ekstra bir dönüştürücüye ihtiyaç yoktur. Bu sayede araç doğrudan DC gerilim ile şarj olur. DC yüksek gerilim sayesinde, günümüzde 'fast charger' adıyla anılan şarj istasyonları Mod 4 altında incelenir. Sadece DC gerilimi destekleyen araçların bağlanabilmesi için priz tipi özelleştirilmiştir. DC hızlı şarj limiti bu modun da sınırı olan 400 A'dir [9]. Mod 4 şarj istasyonu, akım değeri, gerilim tipi, dönüştürücüsünün şarj istasyonunda olması gibi sebeplerle Mod 3 ekipmanına göre oldukça pahalıdır.

Tokyo Elektrik Enerjisi Şirketi (TEPCO)'nin getirdiği ve bölgede üretim yapan (Toyota, Nissan, Mitsubishi vs.) üreticilerin destekleriyle oluşturulmuş bir diğer standart ise

CHAdemo adıyla bilinmektedir. 500V DC gerilim ve maksimum 125A akım değerine kadar şarjı deştelemektedir [11]. 2020 Ekim’de yapılan açıklamaya göre dünya üzerinde bu şarj standartına sahip araç sayısı bir milyonu aşmıştır [12].

Yukarıda standartlaştırılan şarj yöntemlerinin yanı sıra direkt batarya değişimi ile de enerji ihtiyacı karşılanabilir. Bu sistemde batarya için aylık bir kira verilmekte; bataryanın bitmesine yakın önceden belirlenmiş değişim yerlerinde bitmek üzere olan batarya paketi çıkartılıp yerine dolu olan paket takılarak değişim sağlanmaktadır. Bu sayede şarj süresi ortadan kalkmaktadır. Bırakılan boş batarya paketi de tekrardan şarj edilerek bir sonraki değişim işlemi için hazırda bekletilmesi prensibiyle çalışmaktadır.

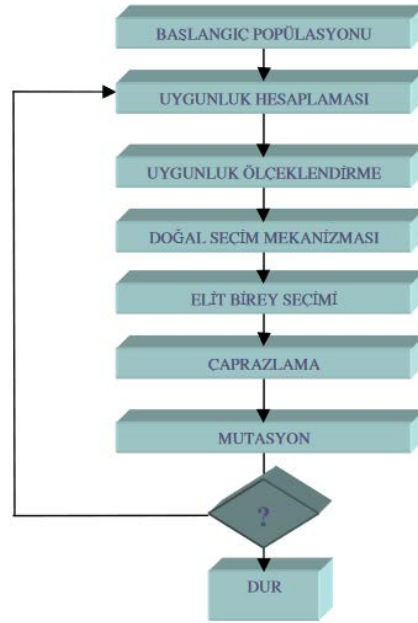
Hareket halindeyken elektrikli araçların şarj olabilmesi çalışmaları devam eden bir başka yöntemdir. Kablosuz enerji iletiminin ön planda olduğu bu sistemde yapılan çalışmalarda 20 kW güç transferi yapılabildiği görülmüştür [13]. Bir şeridin özel yapılması ile kablosuz enerji transferi yapılabilir hale geleceği düşünülmektedir. Otobanda normal seyrinde devam ederken aynı zamanda araç şarj da olabilecektir.

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA GENETİK ALGORİTMA KULLANIMI

Genetik Algoritma, Darwin’in evrim teorisinden ilham alan bir optimizasyon yöntemidir [14]. Genetik algoritma toplum adı verilen ve bilgilerin kodlandığı kromozomlarla temsil edilen bir çözüm kümesi ile başlamaktadır. Çaprazlama, mutasyon gibi evrimsel operatörler kullanılarak yeni nesiller elde edilir. Bu sayede yeni oluşacak olan toplumların önceki nesilden daha iyi olacağı umulmaktadır. Yeni oluşan toplumdaki çözümler uygunluklarına göre seçilir ve diğerleri yok edilir. Bu süreç elde edilmek istenen sonuca varıncaya kadar tekrar eder. Genetik algoritma ile ulaşmak istenen sonuca çok daha hızlı varılabilir. Çeşitlilik esaslı olduğu için yerel minimumları aşması çok daha rahattır. Genetik Algoritma süreci aşağıdaki gibidir:

- 1 Başlangıç popülasyonu belirlenir. N kromozomlu rastgele bir toplum oluşturulur.
- 2 Toplumda yer alan her ‘x’ kromozomu için $f(x)$ değeri belirlenir. Uygunluk durumuna göre bireyler seçilir.
- 3 Durma koşulu sağlanmadıysa
 - o En başarılı bireyler en fazla kullanılacak şekilde ebeveynler belirlenir.
 - o Çaprazlama ile yeni bireyler oluşturulur.
 - o Tek bir birey mutasyona uğratarak yeni bir birey elde edilir.
 - o Yukarıdaki işlemler yapılarak yeni popülasyon belirlenir. Belirlendikten sonra tekrar 3. adıma dönülerek işlemler yapılır.

Genetik algoritmalara ait genel akış diyagramı Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Genetik Algoritma Akış Şeması

Genetik algoritma global çözümlerin istendiği problemlerde hızlıca sonuca ulaştırması sebebiyle, karmaşık optimizasyon problemlerinde rahatlıkla tercih edilmektedir. Bu çalışmada da genetik algoritma uygulamalarının elektrikli araç teknolojilerindeki yeri incelenmiştir. Bu kapsamda genetik algoritmaların kullanım alanları sınıflandırılarak literatürdeki önemli çalışmalar sıralanmıştır.

Maliyet Minimizasyonu

Genetik algoritmaların elektrikli araç teknolojileri noktasındaki önemli kullanım alanlarından biri maliyetlerin azaltılması üzerine olmaktadır. Bu kapsamda araçlar üzerinde kullanılan bataryaların ömürlerinin uzaltımı ve bunun ekonomik etkilerinin analizine [15], günlük enerji maliyetleri dikkate alınarak araç şarj planlamasının ihtiyaç halinde şebekeye enerji sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesine [16] ve şebeke parametrelerini optimum düzeyde tutarak maliyetlerin azaltılmasına [17] yönelik çalışmalar literatürde yoğunluk kazanmaktadır. Yapılan tüm çalışmalar optimum çalışma koşulları ile maliyetlerin önemli ölçülerde azaltılabileceğini göstermiştir.

Şarj İstasyonu Konumlandırma

Elektrikli araçların şebeke ile bağlantı noktaları şarj istasyonlarıdır. Şarj istasyonları hem maliyetleri etkilemekte hem de şebeke koşullarını doğrudan etkilemektedir. Tüm bu değerlendirmeler ışığında şarj istasyonlarının optimum konumlandırılmasına yönelik çalışmalar halen popülerliğini korumaktadır. En uygun şarj istasyonu lokasyonunun belirlenmesi probleminin çözümünde de genetik algoritmadan faydalanılmaktadır. Bu kapsamda araçların günlük trafik hareketleri dikkate alınarak optimum şarj istasyon sayısı ve

konumunun belirlendiği çalışmalarının [18] yanında, maliyet bazlı konumlandırma çalışmaları da gerçekleştirilmiştir [19].

Şebeke Dinamiklerinin İyileştirilmesi

Elektrik güç sistemleri üzerine ilave edilen her bir bileşen sistem üzerindeki çalışma koşullarını etkilemektedir. Elektrikli araçlar gibi çift taraflı güç akışı gerçekleştirilebilen ekipmanların analizlerinin yapılması ise bir zorunluluktur. Bu kapsamda EV'lerin güç sistemleride oluşturdukları etkilerin optimize edilmesi literatürde oldukça yoğun karşılık bulan bir araştırma alanıdır. Optimum güç akışının sağlanması, bara gerilimlerinin düzenlenmesi [20], koruma sistemlerine olan etkinin incelenmesi [21], kayıpların minimize edilmesi [22] ve farklı sistemler ile kullanımının optimize edilmesi [23] gibi konular başlıca çalışma alanları olarak görülmektedir.

SONUÇ

Günümüzde gittikçe artan bir kullanım oranına sahip olan elektrikli araçlar, elektrik güç sistemleri açısından da önemli bir çalışma konusu haline almışlardır. Sistem üzerindeki dinamikleri doğrudan etkilemeleri nedeniyle şebeke üzerindeki kullanımlarının mutlaka analiz edilmesi gerekmektedir. Sistemi bozucu etkilerinin yanında gelişen batarya teknolojileri ile birlikte şebekeyi destekleyici bir konuma da sahip olmaya başlamışlardır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada elektrik araç teknolojilerinin sistem üzerindeki etkilerinin en iyileştirilmesi amacıyla genetik algoritma kullanımı irdelenmiştir. Güncel literatür doğrultusunda maliyetin minimizasyonu, şarj istasyonu konumlandırılması ve şebekeye etkilerin azaltılması noktasında gerçekleştirilen çalışmalar sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- (1) Sulzberger C., “An Early Road Warrior: Electric Vehicles In The Early Years Of The Automobile,” 2004 IEEE Power Energy Mag.,2(3):66–71
- (2) Eray Bozkurt, “ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA ŞARJ DURUMUNA BAĞLI OPTİMUM ROTA SEÇİMİ”, İTÜ Yüksek Lisans Tezi, 2011
- (3) E. Mortaz, A. Vinel, Y. Dvorkin, “An Optimization Model for Siting and Sizing of Vehicle-to-Grid Facilities in a Microgrid”, 2019
- (4) W. Kempton, J. Tomic, “Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing thegrid to supporting large-scale renewable energy”, 2004
- (5) Bünyamin Yağcıtekin, “ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ ALTYAPISI VE AKILLI ŞARJ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ”, YTÜ Doktora Tezi, 2014
- (6) Amjad S, Neelakrishnan S., Rudramoorthy R., “Review of Design Considerations and Technological Challenges for Successful Development and Deployment of Plug-in Hybrid Electric Vehicles”, Renewable Sustainable Energy Rev 2010
- (7) Yiğitcan Bora, “ELEKTRİKLİ ARAÇ SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ”, YTÜ Yüksek Lisans Tezi, 2017

- (8) Society of Automotive Engineers, “SAE J1772 – Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler”, 2012
- (9) International Electrotechnical Commission, “IEC 61851-1 – Electric Vehicle Conductive Charging System”, 2011
- (10) Önder Polat, “ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ YÜKLERİNİN RASLANTISAL BENZETİMİ VE ALÇAK GERİLİM DAĞITIM ŞEBEKESİNE ETKİSİ”, İTÜ Yüksek Lisans Tezi, 2015
- (11) CHAdeMO Association, “Technical Specifications of Quick Charger for The Electric Vehicle”, 2011
- (12) CHAdeMO Association, “A Million CHAdeMO Vehicles” Announcement October 2020
- (13) Omer C. Onar, Gui-Jia Su, E. Asa, J. Pries, V. Galigakere, L. Seiber, C. White, R. Wiles, J. Wilkins, “20-kW Bi-directional Wireless Power Transfer System with Energy Storage System Connectivity”, IEEE 2020
- (14) Kiranyaz S, Ince T, Gabbouj M., “Multidimensional particle swarm optimization for machine learning and pattern recognition, 2012
- (15) G. Merhy, A. Nait-Sidi-Moh, N. Moubayed, “Control, regulation and optimization of bidirectional energy flows for electric vehicles’ charging and discharging”, 2019
- (16) Hazal Çiftçi, “Elektrikli araçların dağıtım şebekesine etkisinin maliyet analizi ve genetik algoritma ile en iyileştirilmesi”, İTÜ Yüksek Lisans Tezi, 2019
- (17) N. Jabalameli, X. Su, A. Ghosh, “Online Centralized Charging Coordination of PEVs with Decentralized Var Discharging for Mitigation of Voltage Unbalance”, IEEE Power and Energy Technology System Journal 2019
- (18) D.Efthymiou, K. Chrysostomou, M. Morfoulaki, “Electric vehicles charging infrastructure location: a genetic algorithm approach”, 2016
- (19) Yanqing Li, Ling Li, Jing Yong, Yuhai Yao, Zhiwei Li, “Layout Planning of Electrical Vehicle Charging Stations Based on Genetic Algorithm”, 2011
- (20) A. Awasthi, K. Venkitusamy, S. Padmanaban, R. Selvamuthukumaran, F. Blaabjerg, A. K. Singh, “Optimal planning of electric vehicle charging station at the distribution system using hybrid optimization algorithm”, 2017
- (21) A. Hariri, M. A. Hejazi, H. Hashemi-Dezaki, “Reliability optimization of smart grid based on optimal allocation of protective devices, distributed energy resources, and electric vehicle/ plug-in hybrid electric vehicle charging stations”, 2019
- (22) G. Battapothula, C. Yammani, S. Maheswarapu, “Multi-objective simultaneous optimal planning of electrical vehicle fast charging stations and DGs in distribution system” 2018
- (23) S. Pazouki, A. Mohsenzadeh, M. Haghifam, S. Ardalan, “Simultaneous Allocation of Charging Stations and Capacitors in Distribution Networks Improving Voltage and Power Loss”, IEEE 2015

**ESTIMATION OF WIND POWER OUTPUT AND ROTATIONAL SPEED OF A
TURBINE BY USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INTERFERENCE SYSTEM****Arş. Gör. Sergen TÜMSE**

Cukurova University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department, Sarıcam,
Adana.

ORCID NO: 0000-0003-4764-747X**Prof. Dr. Mehmet BİLGİLİ**

Cukurova University, Ceyhan Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department,
Ceyhan, Adana.

ORCID NO: 0000-0002-5339-6120**Prof. Dr. Beşir ŞAHİN**

Cukurova University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department, Sarıcam,
Adana.

ORCID NO: 0000-0003-0671-0890**ABSTRACT**

In this investigation, adaptive neuro-fuzzy interference system (ANFIS) was carried out to estimate the power capacity and rotational speed of a turbine located in a power plant in order to demonstrate that the adaptive neuro-fuzzy interference system is an acceptable algorithm to estimate turbine characteristics parameters. For the development of forecasting models, the total of 743 data records were collected and these data were divided into two subsets such as training and testing data set. While the training data set includes in a total of 527 records, the testing data set consists of 216 records obtained from the turbine. In the current simulation, the fuzzy membership functions (MFs) are set as trapmf and output of MF is adjusted to linear. The optimization method of the Train FIS is the hybrid. Back propagation was also performed but hybrid one demonstrated more accurate results. The values acquired by adaptive-neural fuzzy interference system were compared with real data. The mean absolute percentage error (MAPE) was found as 0.55% for turbine rotational speed and 2.7% for power output of the turbine. On the other hand, while mean absolute deviation (MAD) and root mean squared error (RMSE) were calculated as 0.81% and 10% for the prediction of turbine rotational speed, respectively, they were 4.2% and 5.4% for the estimation of power output of the turbine. The prediction of ANFIS method follows the change of actual values almost exactly. It was stated that the correlation between actual and predicted values are very high. Moreover, it can be said that the performance values of power output and rotational speed such as mean absolute percentage error (MAPE), mean absolute deviation (MAD) and root mean squared error (RMSE) was found to be smaller for training case compared to the

testing case. Thus, this study shows that the rotational speed and power output of a turbine can be accurately predicted by using the input data of temperature and speed.

Keywords: Adaptive Neuro-Fuzzy Intereference System, Wind Power, Turbine Rotational Speed

1. INTRODUCTION

The electricity demand is rapidly increasing in consequence of industrial, economic, and social progress in Turkey. Almost all kinds of natural gas and oil are imported from other countries. Turkey is forced to investigate the sources of renewable energy, for example, wind energy due to sudden increase in energy demand. Unfortunately, the country's potential of wind power generation sites has not been studied comprehensively (Sahin et al. 2005; Bilgili et al. 2004). Today, wind energy which is one of the renewable energy sources is one of the most appealing energy sources. Because of expanding attention on wind power use, the estimation of wind speed is crucial for sizing and siting wind power operations (Xydis et al. 2009; Ucar and Balo 2009). Pinson et al. (2009) expressed that the prediction of short-term wind speed is significant for enhancing wind power efficiency. In the literature there are various techniques to predict the wind speed and power such as Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA), Artificial Neural Network (ANN) and Auto Regressive Moving Average (ARMA) (Gomes and Castro 2012; Li et al. 2009). Different new artificial intelligence-based wind power and speed estimation techniques have attracted the focus of current investigations. These techniques comprise artificial neural networks (ANN), evolutionary optimization methods, neuro-fuzzy networks and fuzzy logic (Chang 2014; Catalao et al. 2011; Deskmukh and Moorthy 2010). Li and Shi (2010) conducted an investigation that compares the application of three different neural networks, namely adaptive linear element, radial basis function and back propagation for the estimation of wind speed. Wind speed and power estimation methods based on artificial intelligence have becoming popular due to its many benefits. In the study of Kassa et al. (2016) the ANFIS model was carried out to estimate the short term wind power production. They found that the MAPE over the testing period as 6.88% and this value shows the effectiveness of ANFIS model on the wind power estimation. Analysts may need to constitute an inventory on the presence of wind energy in a territory where there is no information about wind speed data. For this kind of circumstances, it appears to be helpful to estimate the wind energy potential by utilizing ANN method. Kalogirou et al. (1999) expressed that the estimated changes of meteorological parameters, for example, wind speed and air temperature, and so forth are required in renewable energy industry for design objectives, and running cost prediction of renewable energy systems. Furthermore, they stated that for appropriate and proficient use of wind energy, it is very significant to recognize statistical properties, presence and estimation of wind speed. The values of wind power distributions are needed for site selection, performance prediction and planning of wind turbines. The neuro-fuzzy system, alluded to as

an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS), has been offered by Jang (1993). Liu et al. (2012) presented the estimation way to wind speed by an association of empirical mode decomposition (EMD) and artificial neural network (ANN). An adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) model was conducted in the study of Petkovic et al. (2013) in which the estimation of the turbine power coefficient was conceivable with regard to two essential turbine parameters. Ruano (2005) stated that the ANFIS structure are successfully utilized to estimate complicated time series and model nonlinear functions and components. Mohandes et al. (2011) perform ANFIS architecture for the prediction of wind speed at higher elevations by using wind speed data at lower elevations. The mean absolute percent error (MAPE) between predicted and measured values was found nearly 3%. Asghar et al. (2018) introduced control algorithm dependent on ANFIS model to predict turbine power coefficient with parameters of pitch angle and tip-speed ratio. The ANN algorithm specifies the parameters of fuzzy membership functions (MFs) utilizing a method of hybrid optimization. This investigation demonstrates that adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) is a proper method to predict the turbine power coefficient by using instantaneous data of pitch angle and tip speed ratio (TSR). They stated that hybrid intelligent schemes are celebrated because of their capacity to recognize relationships between input and output data. The Adaptive Neuro-Fuzzy Interference System is as well a hybrid intelligent method which is an association of ANNs and T-S fuzzy inference system (FIS). The ANNs placed learning capabilities in fuzzy systems by training fuzzy membership functions to embrace the behavior of system.

The aim of the current study is to apply ANFIS method for the estimation of turbine characteristics parameters such as power and rotational speed by using the input parameters of speed and temperature in order to demonstrate that the ANFIS method can be carried out to estimate power capacity and rotational speed of a turbine located in any power plant.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Wind Data Analysis

The data utilized in this investigation are acquired from Belen Wind Energy Power Plant (WEPP) located in Hatay. This power plant has a power capacity of 48 MW and it is the 46. major power plant of Turkey. There are sixteen Vestas V-90 3 MW wind turbines in this power plant and 116 GWh average electricity is produced during one year. The wind turbines' hub-height is 80 m with a corresponding rotor diameter of 90 m. As a result, a wind turbine has nearly total swept area of 6362 m². The operating wind speeds of wind turbines are between $4 \leq U_{\infty} \leq 25$ m/s and these turbines run with a nominal speed of 15 m/s.

For the generation of prediction model, 743 data records are obtained. The acquired data set split into two parts as training and testing data sets. The training data set comprises 527 data records acquired from the turbine while testing data set contains 216 data records.

2.2. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System

Adaptive neuro-fuzzy interference system is an association of fuzzy interference system and artificial neural networks (ANNs) and it can be characterized as hybrid machine learning method. The membership functions (MFs) of fuzzy interference system are trained by artificial neural network system based on the training data. Adaptive neuro-fuzzy interference system is a computing method exploits the benefits of learning capability of ANN and decision-making ability of fuzzy interference system (FIS) based on the human intelligence. The essential structure of ANFIS is demonstrated in Figure 1.

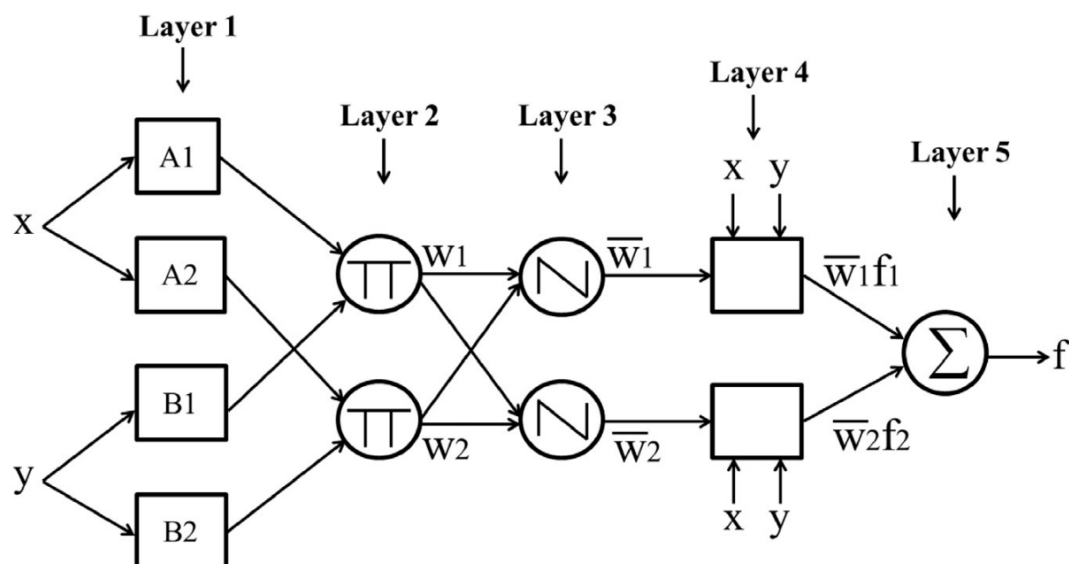


Figure 1. ANFIS architecture (Ashgar et al. 2018)

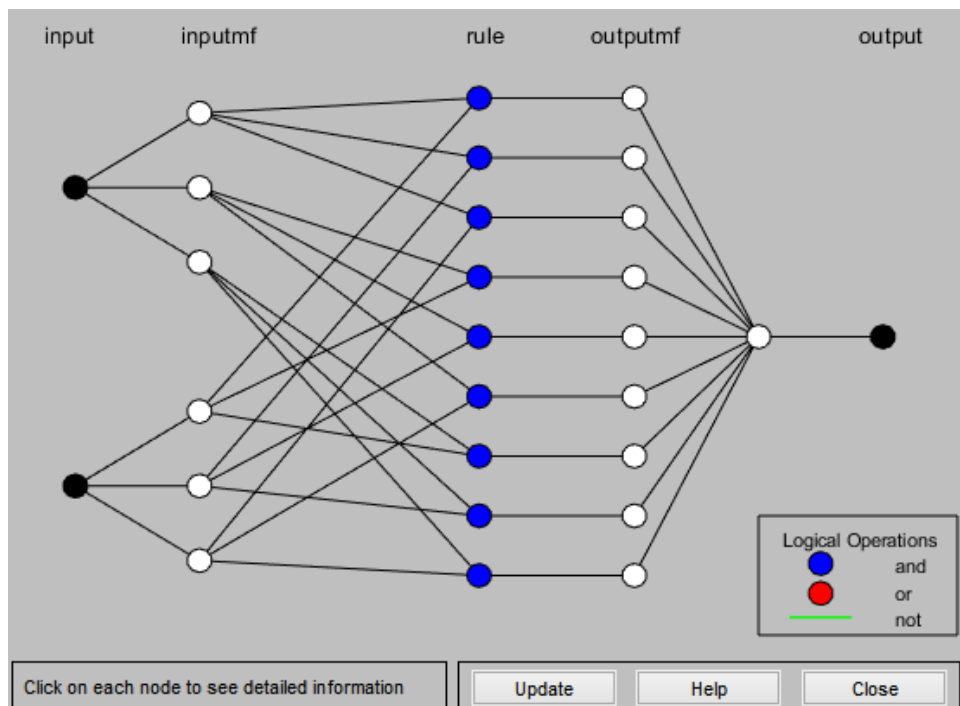


Figure 2. Structure of the prediction model

ANFIS structure made up of five layers of neurons. Fuzzification layer is the first of these five layers. In the fuzzification layer, membership functions are designated to each input variable. The total number of membership functions designated to input variables equal to neurons number in the fuzzification layer. Ashgar et al. (2018) stated that the weights designated to each neuron are brought up to date through learning operation. Participation layer is the second of five layers. Each neuron calculates the product of entering signals and these neurons in participation layer are non-adaptive. Third layer is designated as normalization layer. The nodes in the normalization layer calculates the normalized firing strength which can be defined as the proportion of firing strength of a rule to the sum of the firing strengths of all rules (Ashgar et al., 2018). As in participation layer, the nodes in normalization layer are non-adaptive. Defuzzification layer is the fourth of five layers. Unlike participation and normalization layer, the nodes in defuzzification layer are adaptive and each node multiplies the node's normalized firing strength with equivalent first order polynomial function. The fifth layer is designated as output layer. This layer possesses just one non-adaptive node and collects all entering crisp signals to generate a single crisp output. The neuro-fuzzy systems which are a category of hybrid-intelligent systems automatically grow the fuzzy rules by analyzing the data set of raining process and train membership functions. The trained rules permit the system correctly generate the output for identified input values. Ashgar et al. (2018) expressed that there are two methods to train adaptive neuro-fuzzy interference system (ANFIS) such as hybrid and back propagation gradient descent method. The hybrid optimization technique includes the methods of back propagation gradient descent and least square methods together and it yields more correct results than gradient descent method. The training operation terminates as soon as maximum number of epochs is accomplished. The fuzzy interference system can be produced by utilizing substructure clustering or grid partitioning. Lower simulation time is required for grid partitioning and it is generally favored when the number of input variables is lower than six. Otherwise, substructure clustering is utilized to produce fuzzy interference system.

In this study the number of MFs was adjusted as 3 3. Different values were tried but it was noticed increasing number of MFs does not highly affect the accuracy of the results. The MF type is set as trapmf and output of MF is adjusted to linear. The optimization method of the Train FIS is the hybrid. Back propagation was also performed but hybrid one gave more accurate results. The error tolerance and epochs were adjusted to 0 and 100 respectively. The structure and schematic of adaptive neuro-fuzzy inference system is demonstrated in Figures 2-3. The relationship between errors and epochs is displayed in Figure 4.

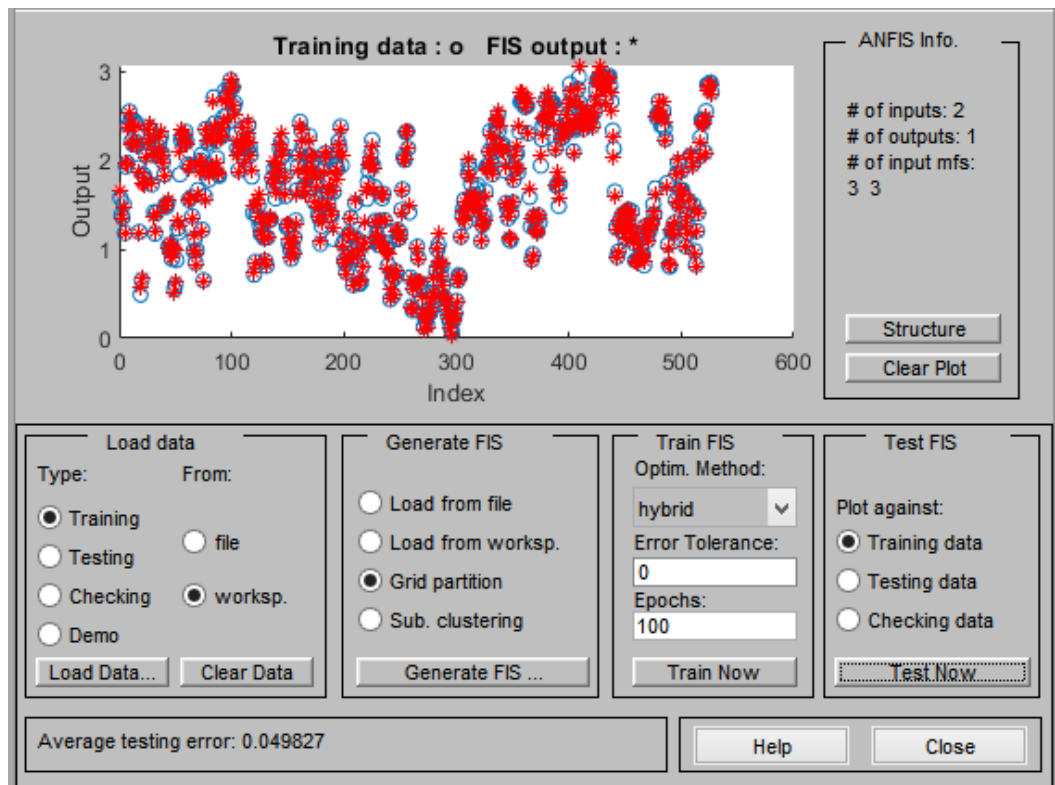


Figure 3. Schematic representation of the ANFIS model for the training stage

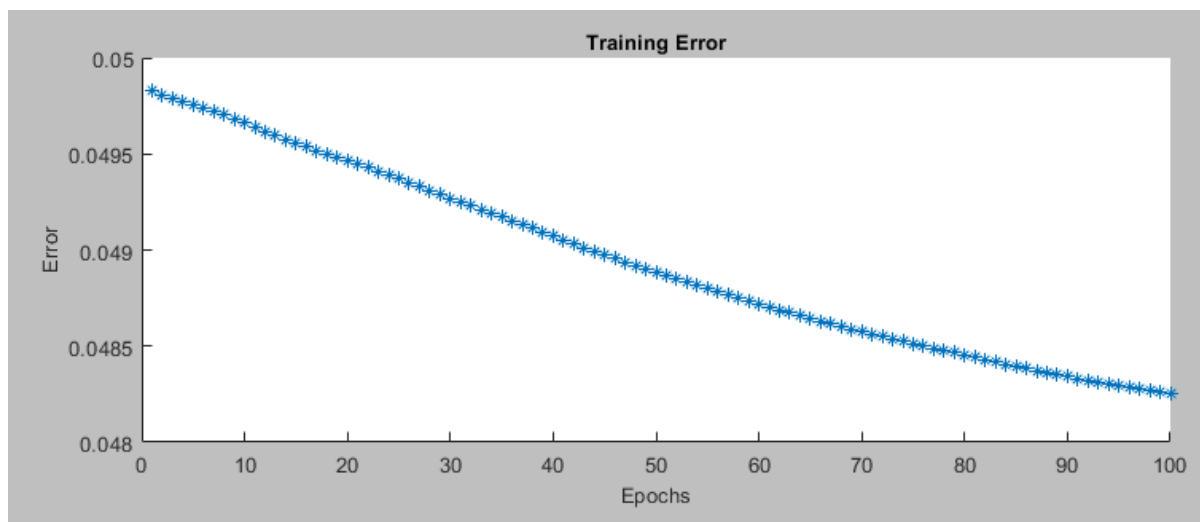


Figure 4. The relationship between epochs and error

2.3. Accuracy Assessment of Estimated Parameters

Mean absolute percentage error (MAPE) is a measure of closeness of estimated value to the actual value. Sometimes the MAPE can be stated as a percentage. It is generally express the error of forecasting.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100 \quad \text{where } A \text{ is the actual value and } F \text{ is the forecasting value.}$$

The mean absolute deviation (MAD) states the absolute error between predicted and real values. It is computed as the ratio of the sum of the difference between predicted and real values to the number of observations.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

The root mean square error (RMSE) is defined as the root of the mean square error which is the ratio of the sum of the square of the difference between predicted and real values to the number of observations.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}}$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

In the current study, it is recognized that ANFIS is a proper method to perform for the estimation of power output and rotational speed of a turbine by using actual temperature and wind speed. As inferred from Figures 5-8, estimation of ANFIS model follows the alteration of real values almost exactly. The most incompatibility between actual data and estimation of ANFIS models happened in Figure 3 in the region between data numbers of 400 and 500. Except that region, there is excellent consistency between real values and estimated values. In Figures 9-12, the regression lines between actual values of power output and rotational speed, and the estimated values with ANFIS model are demonstrated. As seen from figures, the correlation, R are very high and the value of R^2 verify the validity of the model. Moreover, we can say that the regression line predicts the actual values very well.

The performance values for power output and rotational speeds such as MAPE, MAE, RMSE for the stages of training and testing are demonstrated in Table 1. The MAPE values for rotational speed, $MAPE_{\text{training}} = 0.54\%$, $MAPE_{\text{testing}} = 0.55\%$ and for power outputs $MAPE_{\text{training}} = 2.6\%$, $MAPE_{\text{testing}} = 2.7\%$ was found almost same for training and testing cases. Furthermore, it can be easily said that the performance values of training case are better than testing cases. While the performance values of MAD and RMSE is better for power compare to rotational speed, the performance value of MAPE is better for the output parameter of rotational speed compared to the power. If Table 1 is analyzed carefully, it can be easily said that the error values are within the range of accepted limits.

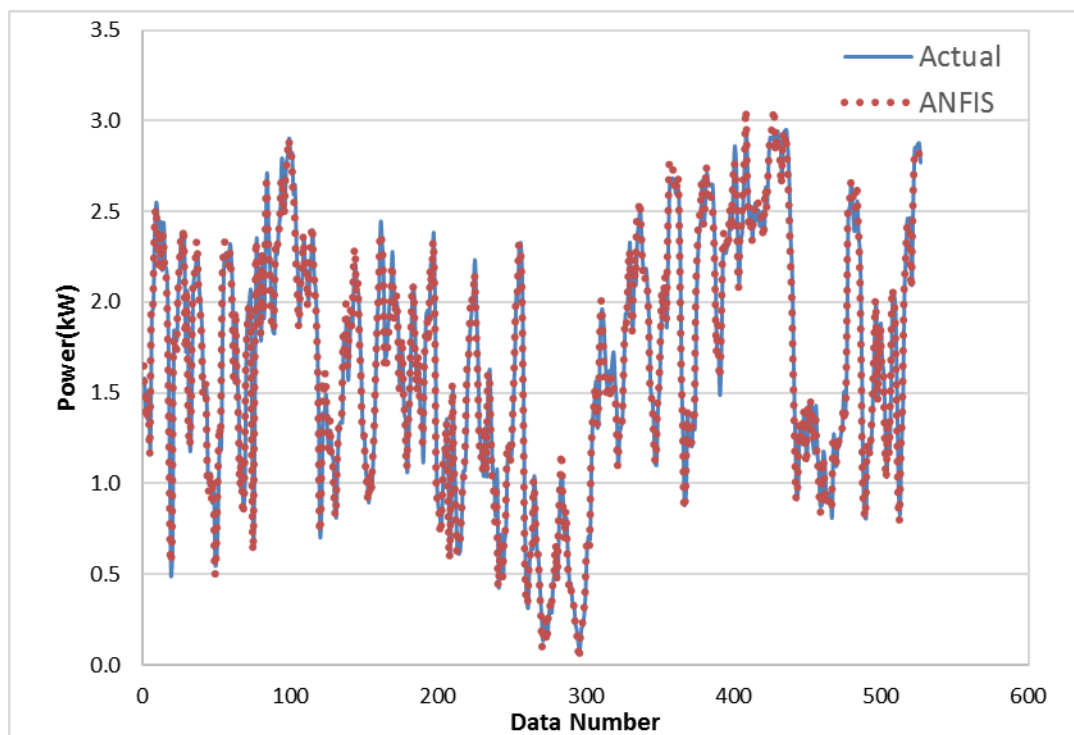


Figure 5. Comparison between actual values of power output of turbine and the estimation of ANFIS model in training stage

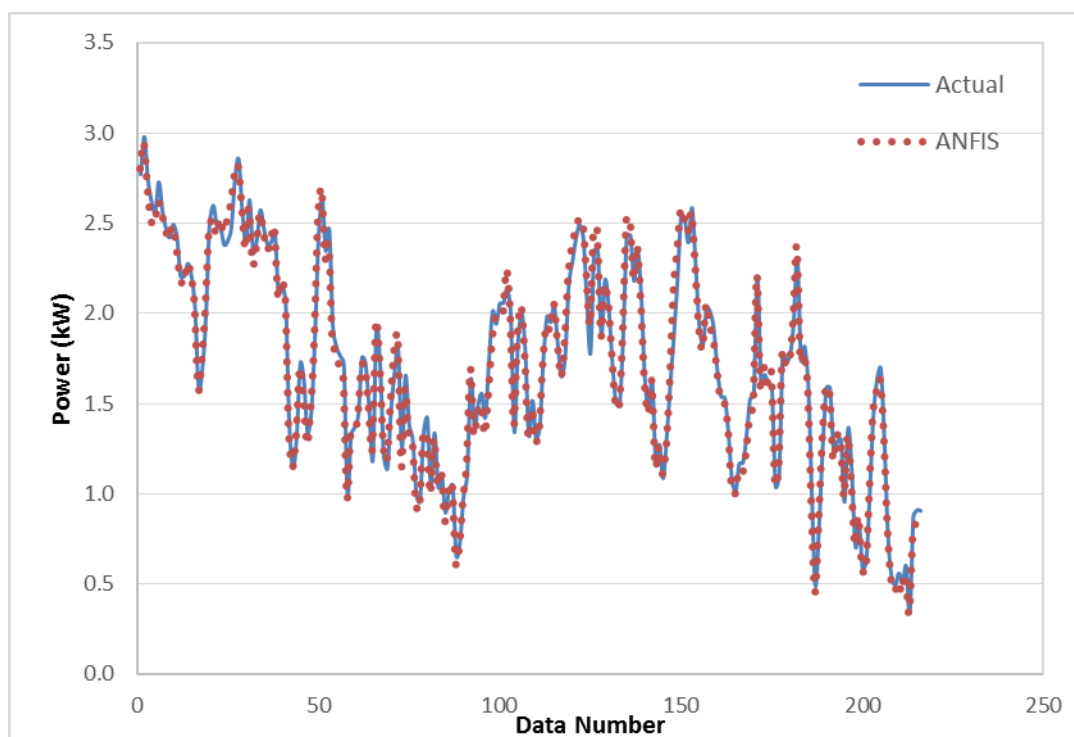


Figure 6. Comparison between actual values of power output of turbine and the estimation of ANFIS model in testing stage

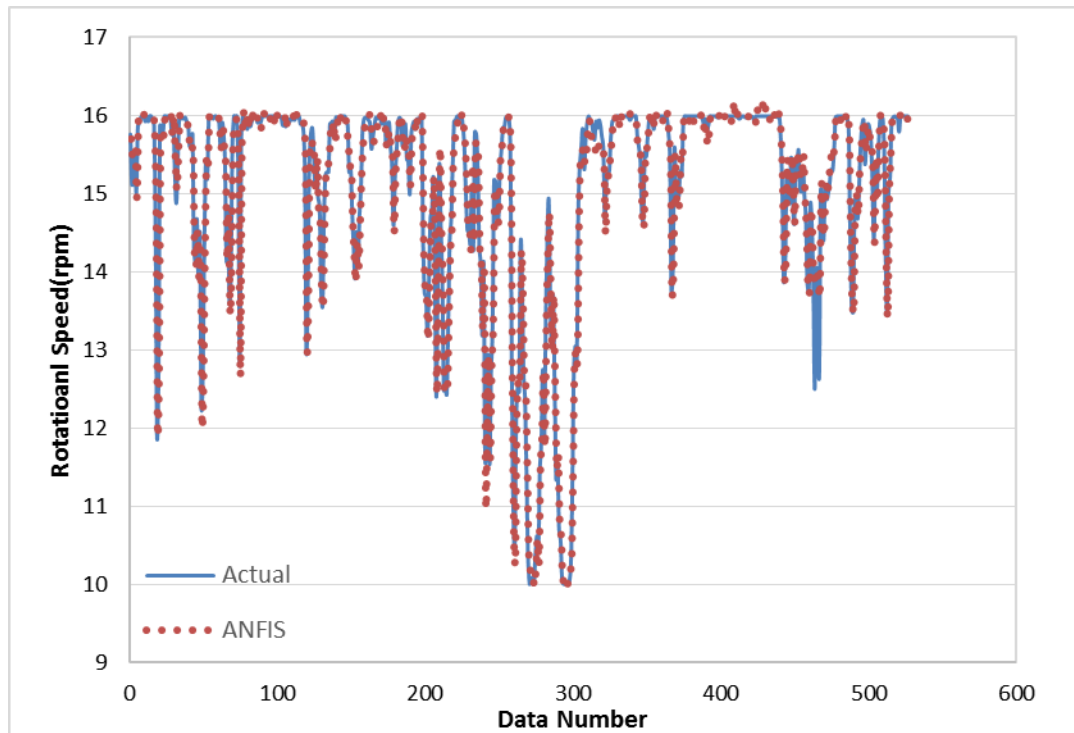


Figure 7. Comparison between actual values of rotational speed of turbine and the estimation of ANFIS model in training stage

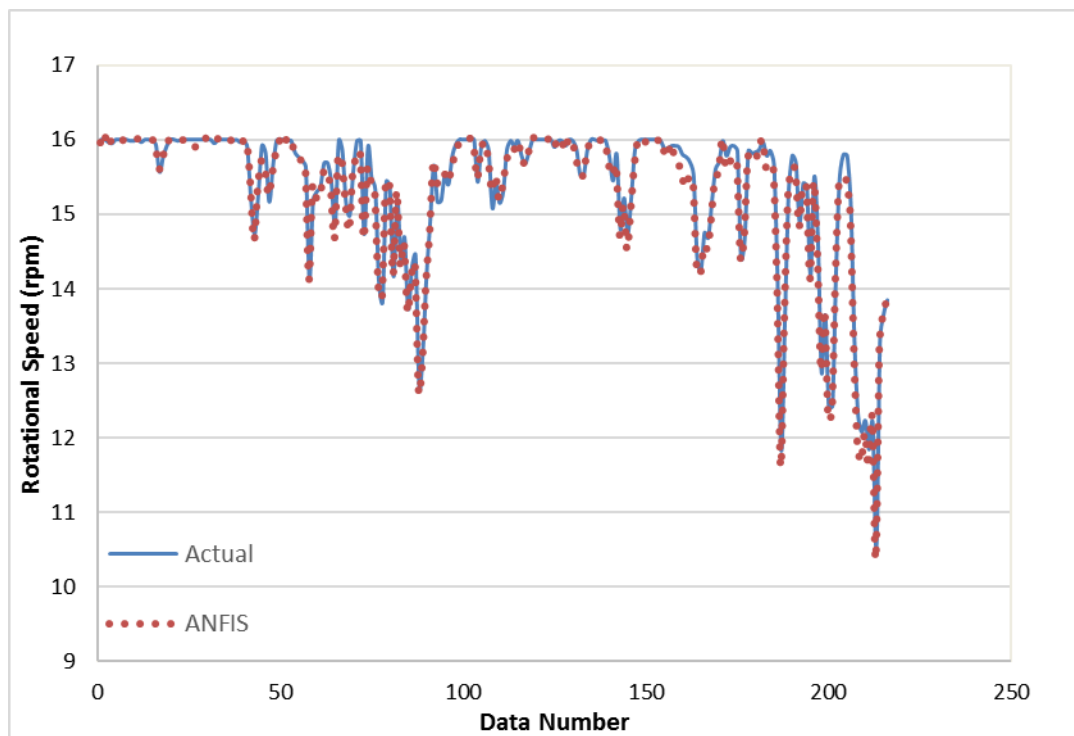


Figure 8. Comparison between actual values of rotational speed of turbine and the estimation of ANFIS model in testing stage

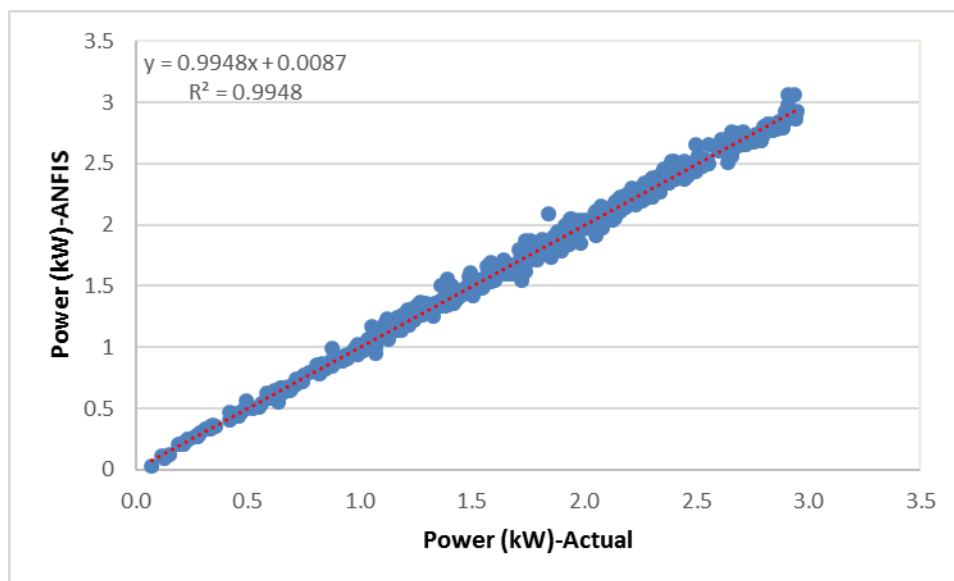


Figure 9. The trendline between actual value of turbine power output and the estimation of ANFIS model in training stage

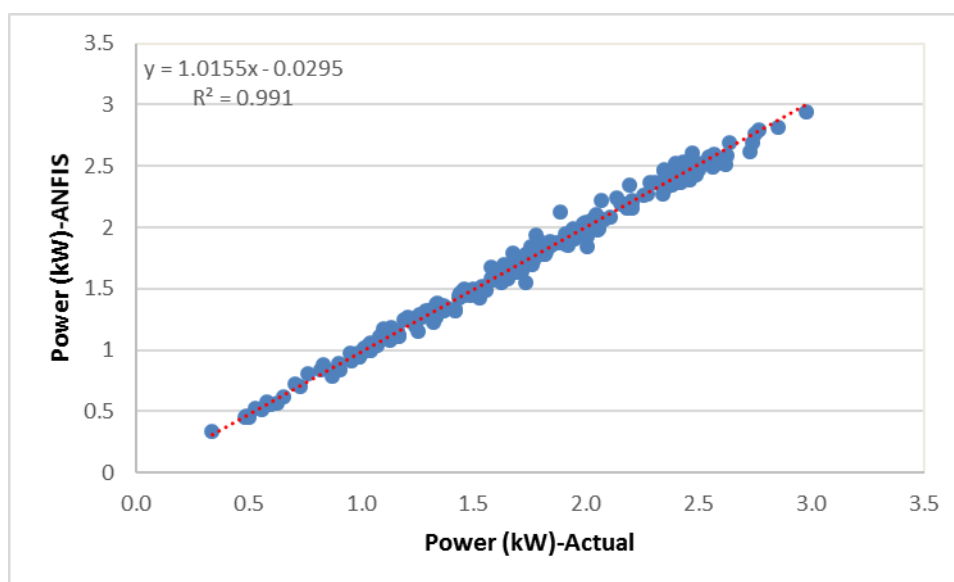


Figure 10. The trendline between actual value of turbine power output and the estimation of ANFIS model in testing stage

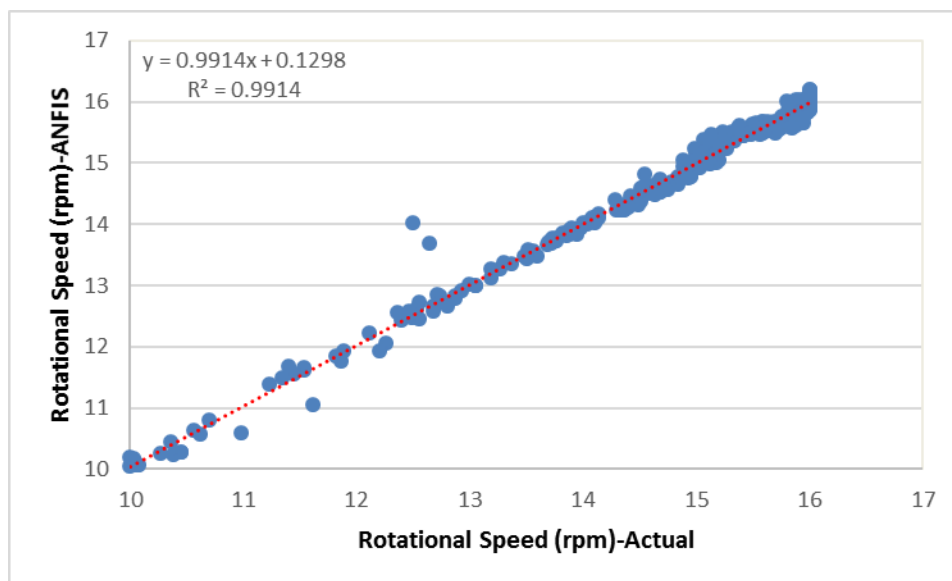


Figure 11. The trendline between actual value of turbine rotational speed and the estimation of ANFIS model in training stage

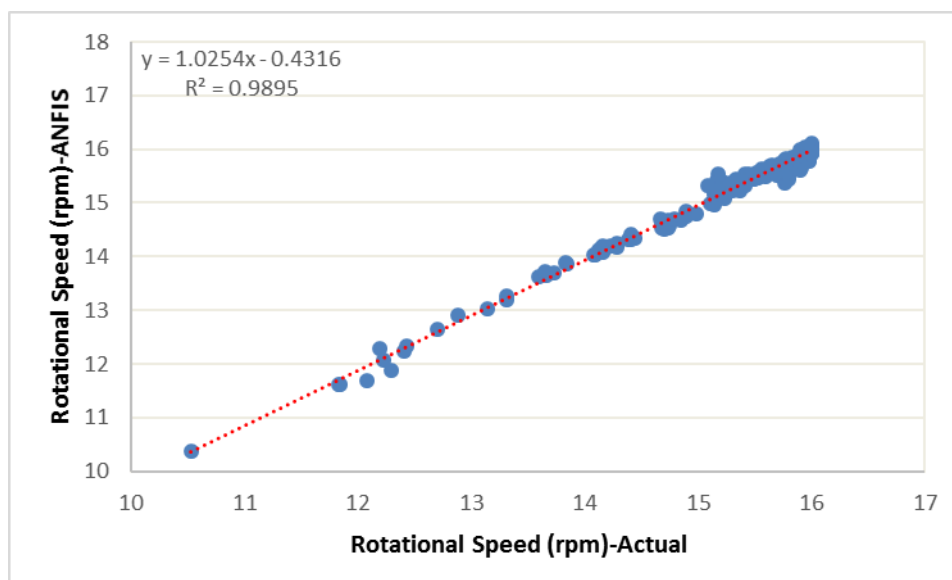


Figure 12. The trendline between actual value of turbine rotational speed and the estimation of ANFIS model in testing stage

Table 1. The performance values for training and testing procedures

	TRAINING			TESTING		
	MAPE	MAD	RMSE	MAPE	MAD	RMSE
Rotational Speed(rpm)	0.54%	7.9%	12.64%	0.55%	8.1%	10%
Power (kW)	2.6%	3.6%	4.4%	2.7%	4.2%	5.4%

4.CONCLUSION

The purpose of the current study is to improve a model that could be used to estimate power output and rotational speed of a turbine located in Hatay, Belen by utilizing temperature and speed of the air. The conclusions acquired with ANFIS models were compared with each other and measured (actual) data. The founded error values are within reasonable limits. The mean absolute percentage error (MAPE) was found as 0.55% for turbine rotational speed and 2.7% for power output of the turbine. On the other hand, while mean absolute deviation (MAD) and root mean squared error (RMSE) were calculated as 8.1% and 10% for the prediction of turbine rotational speed, respectively, they were 4.2% and 5.4% for the estimation of power output of the turbine. This investigation displays that the rotational speed and power output of a turbine can be accurately estimated from the temperature and speed. It was detected that ANFIS is an appropriate model to carry out the prediction of turbine rotational speed and power output by using real temperature and speed values. The prediction of ANFIS method follows the change of actual values almost exactly. It was stated that the correlation between actual and predicted values are very high. Moreover, it can be said that the performance values of power output and rotational speed such as MAPE, MAE and RMSE are better for training case compared to the testing case.

5. REFERENCES

- Sahin B, Bilgili M, Akilli H. The wind power potential of the eastern Mediterranean region of Turkey. *J Wind Energy Ind Aerodyn* 2005;93:171–83.
- Bilgili M, Sahin B, Kahraman A. Wind energy potential in Antakya and Iskenderun regions, Turkey. *Renew Energy* 2004;29:1733–45.
- Xydis G, Koroneos C, Loizidou M. Exergy analysis in a wind speed prognostic model as a wind farm sitting selection tool: a case study in Southern Greece. *Appl Energ* 2009;86(11):2411–20
- Ucar A, Balo F. Investigation of wind characteristics and assessment of windgeneration potentiality in Uludag-Bursa, Turkey. *Appl Energy* 2009;86(3):333–9.
- Pinson P, Nielsen HA, Madsen H, Kariniotakis G. Skill forecasting from ensemble predictions of wind power. *Appl Energy* 2009;86(7–8):1326–34.
- P. Gomes, R. Castro. (2012, June). Wind speed and wind power forecasting using statistical models: autoregressive moving average and ANN. *International Journal of Sustainable Energy Development (JJSED)*
- L. L. Li, M. H. Wang, F. F. Zhu and C. S. Wang, "Wind power forecasting based on time series and neural network", *Proceedings of the Second Symposium International Computer Science*

Wen-Yeau Chang. (April, 2014). A literature review of wind forecasting methods. *Journal of Power and Energy Engineering and Computational Technology*, pp. 293-297, December, 2009.

1. P. S Catalao, H. M. I Pousinho and V. M. F Mendes, "Hybrid wavelet-PSO-ANFIS approach for short-term wind power forecasting in Portugal", *IEEE Transactions on Sustainable Energy*,

M. K. Deshmukh and C. B. Moorthy, "Application of genetic algorithm to neural network model for estimation of wind power potential", *Journal of Engineering, Science and Management Education*, Vol. 2, pp. 42-48, 2010. 2(1) pp. 50-59, January, 20 II.

Li G, Shi J. On comparing three artificial neural networks for wind speed forecasting. *Appl Energy* 2010;87:2313–20.

Y. Kassa, J. H. Zhang, D. H. Zheng and Dan Wei, "Short term wind power prediction using ANFIS," 2016 IEEE International Conference on Power and Renewable Energy (ICPRE), Shanghai, 2016, pp. 388-393, doi: 10.1109/ICPRE.2016.7871238.

Kalogirou SA, Neocleous C, Paschiardis S, Schizas C. Wind speed prediction using artificial neural networks. In: *Proceedings of the European symposium on intelligent techniques. ESIT'99*, Crete, Greece, 1999.

Jang, J.S.R. ANFIS: Adaptive-Neuro-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* 1993, 23, 665–685.

Liu, H.; Chen, C.; Tian, H.; Li, Y. A hybrid model for wind speed prediction using empirical mode decomposition and artificial neural networks. *Renew. Energy* 2012, 48, 545–556.

Petković, D., Čojbašić, Ž, & Nikolić, V. (2013). Adaptive neuro-fuzzy approach for wind turbine power coefficient estimation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 191-195.

Ruano, A.E. *Intelligent Control Systems Using Computational Intelligence Techniques*, 1st ed.; IET: London, UK, 2005.

M. Mohandes, S. Rehman, S.M. Rahman, Estimation of wind speed profile using adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS), *Appl. Energy* 88 (11) (2011) 4024–4032,

Asghar, A.B.; Liu, X. Adaptive neuro-fuzzy algorithm to estimate effective wind speed and optimal rotor speed for variable-speed wind turbine. *Neurocomputing* 2018, 272, 495–504.

**CFRP İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YIĞMA DUVARLARIN MAKRO MODELLEME
TEKNİĞİYLE YAPISAL DAVRANIŞININ İNCELENMESİ****INVESTIGATION OF STRUCTURAL BEHAVIOR OF CFRP STRENGTHENED
MASONRY WALLS BY MACRO MODELING TECHNIQUE****Dr. Öğr. Üyesi Müslüm Murat MARAŞ**

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Battalgazi, Malatya

ORCID NO: 0000-0002-6324-207X**ÖZET**

Ülkemizde yığma yapılar genelde donatısız yapı elemanlarından oluşmaktadır. Bu yapılarda taşıyıcı olarak duvar elemanlarının dış etkiler altında yapısal davranışı oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, yığma yapı duvarlarının yükleme sistemi altındaki yapısal davranışı incelenmiştir. Modellerimizde, yığma yapıların sayısının fazla olması ve büyük ölçekli olması sebebiyle ortaya çıkabilecek düzensizliklerden kurtulmak amacıyla daha basit şekilde uygulanabilen makro modelleme tekniği kullanılmıştır. Güçlendirilmemiş yığma duvar numuneleri ve CFRP ile farklı konfigürasyonlarda güçlendirilmiş yığma yapı duvarlarının mekanik özellikleri yükleme sistemleri altında belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, yığma duvarlarda meydana gelen kırılma mekanizmaları ve çatlak gelişimleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, CFRP ile güçlendirilen numunelerin mekanik özellikleri, kontrol numunelere göre daha iyi özellikte performans gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca, yığma duvarların yüzeyinde yapılan analizleri sonucunda, orta üst kısımlarda maksimum gerilmeler elde edilmiştir. Bu bölgelerde yığma duvarlar maksimum olarak zorlandığı için en fazla çatlak bu bölgelerde oluşmuştur.

Anahtar kelimeler: Duvar, makro model, CFRP, gerilme, çatlak**ABSTRACT**

Masonry structures are formed generally consist of unreinforced building elements in our country. In these structures, the structural behavior of wall elements using as carrier is quite important under external effects. In this study, the structural behavior of masonry walls was investigated under the loading system. Macro modeling technique, which could be applied in a simpler way, was used in our models in order to get rid of the irregularities that may arise due to the large number of masonry structures and their large scale. The mechanical properties of un-reinforced masonry wall samples and masonry walls reinforced with CFRP in different configurations were determined under the loading systems. As a result of the analysis, fracture mechanisms and crack development in masonry walls were determined. As a result, it was observed that samples strengthened with CFRP performed better than control samples in terms of mechanical properties. In addition, as a result of the analysis made on the surface of the masonry walls, maximum stresses were obtained in the upper middle parts.

Since the masonry walls in these regions were forced to the maximum, the most cracks occurred in these regions.

Keywords: Wall, macro model, CFRP, stress, crack

GİRİŞ

Mühendislik açısından, tüm duvarlarının taşıyıcı olduğu yapılara yığma yapılar denir. Yığma yapılarda, en temel taşıyıcı elemanları olan yığma duvar elemanlarının, farklı yükler altında yapısal davranışları oldukça önemlidir [1]. Bu taşıyıcı elemanlarının birim ağırlığının taşıma kapasitesine göre yüksek olması nedeniyle ve düşük mekanik özelliklerdeki yapı malzemeleriyle üretilmesinden dolayı bu yapılar deprem etkilerinde düşük yapısal performans göstermektedir. Depreme karşı dayanıksız olduğu düşünülen yığma yapılar; yüksek ısı yalıtımı, yangına karşı dayanıklı ve düşük maliyetli olması nedeniyle hala ülkemizde tercih edilmektedir [2]. Ülkemizde yapı stoklarımızın büyük kısmını donatısız yığma yapılar oluşturmaktadır. Bu yığma yapı türleri, tuğla, gazbeton, briket ve bağlayıcı malzeme olarak farklı harç türlerinden meydana gelmektedir. Kalıba dökülüp kuruduktan sonra, fırınlarda veya harman ocağı pişirilen kilden oluşan yapı bileşenleri tuğlalardır. Bu yapı malzemeleri, yüksek basınç dayanımı, yangına karşı dayanıklı olmasıyla ve ısı geçirgenliğiyle iyi bir performansa sahiptirler [3]. Gazbeton ise, ince silisli kum, inorganik bağlayıcı madde, alüminyum tozu ve su karışımıyla elde edilen hafif yapı malzemesidir [4]. Hafif olması, az ışıklıkla uygulanması ve gözenekli yapısıyla iyi bir ısı yalıtım sağlar. Bu yapı malzemelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesi yığma yapılar için oldukça önemlidir. Harcın içeriğine baktığımızda ise, en basit haliyle bağlayıcı malzemelerden oluştuğu ve yanal yükler altında kesme kuvvetini karşılayarak bu yükleri üniform bir şekilde aktarılmasını sağlayan yapı bileşenidir [5].

Bu yapılarda taşıyıcı sistem olan duvar yapı elemanları dış etkiler altında oluşabilecek hasarlardan doğrudan etkilenmektedir [6]. Deprem etkisinde yığma yapılarda ortaya çıkan başlıca hasar türleri; duvarların düzlemi dışında ve içinde diyagonal kesme çatlaklarının oluşması, duvarların yatay yük altında devrilmesi, duvarların köşelerden ayrılması ve duvarların döşemelerden ayrılıp yıkılmasıyla oluşmaktadır [7]. Özellikle çatlakların büyüklüğü bu taşıyıcı duvar elemanlarında zamanla taşıma gücünü yitirmeye yol açmıştır [8]. Bu yapıların onarım ve güçlendirmesinde çatlak boyutuna ve şekline göre değişik onarım ve güçlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı yığma yapı duvarlarında Fiber takviyeli polimerler (FRP), çelik çubuklar, epoksi reçinesi ve PP bantlar gibi pek çok güçlendirme yöntemi kullanmışlardır [9-10]. Özellikle FRP güçlendirme yöntemi ise, sismik yüklere karşı yapı stoklarında oldukça önemli bir alan olmuştur [11]. Son yirmi yılda, modern ve yenilikçi çözümler arasında FRP kompozit malzemelerin müdahale ve çözümleri, modern (binalar, köprüler, kuleler) ve tarihi duvarların yapısal bileşenleri (duvarlar, kemerler ve tonozlar, iskeleler ve sütun) gibi yapı elemanlarının güçlendirilmesi ve onarım çalışmaları için oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır [12]. Bu güçlendirme yöntemi, aynı zamanda yığma

yapı duvarlarında çeşitli dış etkiler altında taşıma kapasitesini arttırarak yapının ayakta kalmasını sağlamaktadır.

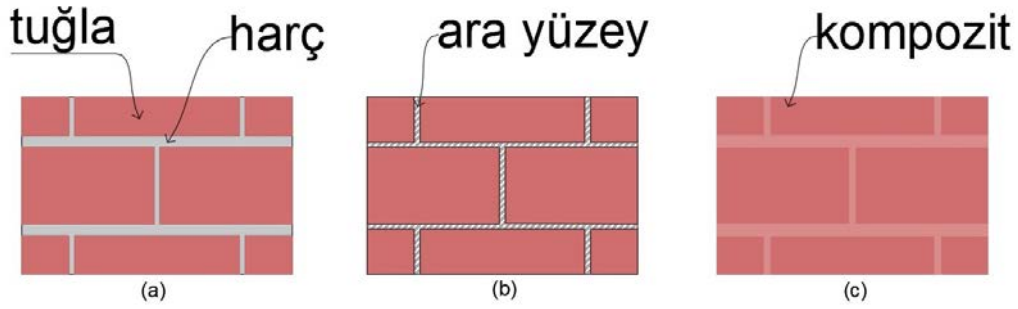
Yığma duvarların modellenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden, yığma duvarların homojenleştirme tekniği kullanılarak modellenmesi ve analiz edilmesi özellikle büyük ölçekli yapıların davranışlarının belirlenmesi için uygun bir modelleme tekniği olduğu belirtilmiştir. Homojenleştirme tekniğinde, yığma duvarı oluşturan yığma birim ve harç tek bir malzeme olarak düşünülür ve yığma duvar sürekli bir yapı olarak modellenir [13].

Yaptığımız çalışmada, CFRP kompozit malzemeyle yığma yapı duvarlarının farklı konfigürasyonlarda güçlendirme yöntemleriyle uygulanarak yapısal davranışları incelenmiştir. Yığma duvarların modellenmesinde basitliğe ve istenilen hassasiyete göre üç farklı modelleme türü kullanılmaktadır. Bunlar basit veya detaylı mikro ile makro modelleme teknikleridir. Modellerimizde, yığma yapıların sayısının fazla olması ve büyük ölçekli olması sebebiyle ortaya çıkabilecek düzensizliklerden kurtulmak amacıyla daha basit şekilde uygulanabilen makro modelleme tekniği kullanılmıştır. Güçlendirilmemiş yığma duvar numuneleri ve CFRP ile güçlendirilmiş dört farklı duvar numunesi incelenmiştir. Yığma duvarlar üzerinde yapılan analizleri sonucunda duvarlarda meydana gelen maksimum gerilmeler elde edilmiştir. Yapısal bölgelerde oluşan hasarlar belirlenmiş ve detaylı olarak yapısal davranışı belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

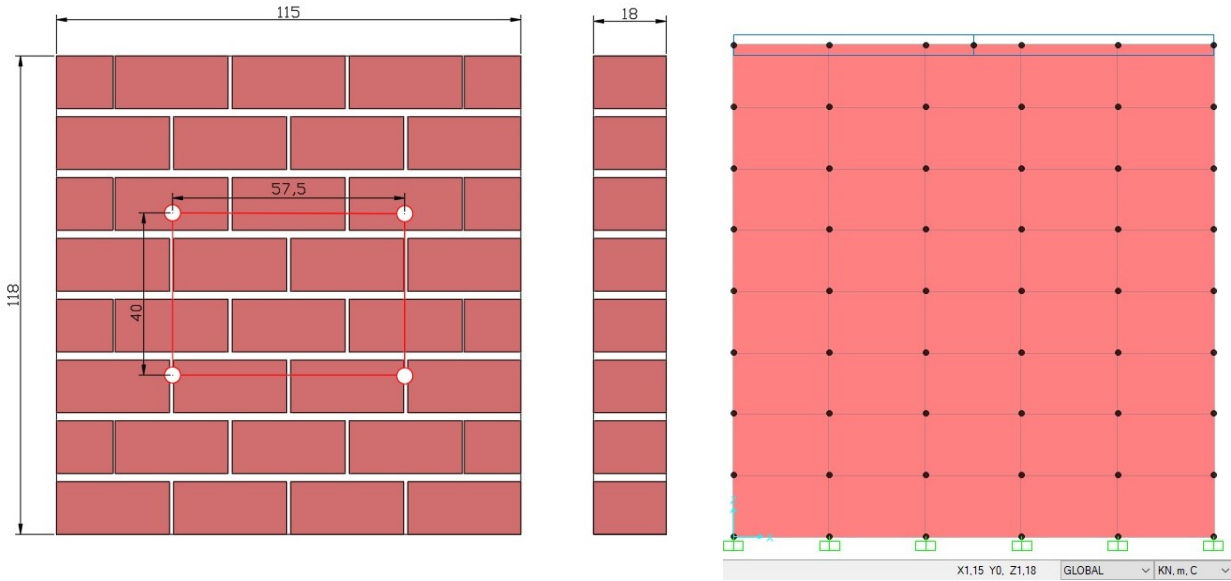
Yığma yapılarda taşıyıcı duvar sisteminin yapısal davranışını belirlemek ve gerçek değerlerine yakın bir şekilde saptamak, yapılan çalışmaların doğruluğu için oldukça önem arz etmektedir. Bu yapılarda kullanılan malzemeler olan tuğla ve harcın farklı bileşenlerde kullanılmasıyla oluşturulan duvar elemanlarının farklı yükler altında yapısal davranışlarında elde edilen şekil değiştirmelerinde farklı olacağı düşünülmektedir[14,15]. Bu özellikleri nedeniyle taşıyıcı duvarlar anizotrop ya da ortotrop elemanlar olarak kabul edilir. Aşağıda detaylı mikro model, makro model ve basitleştirilmiş mikro model olmak üzere üç farklı yöntem Şekil 1’de detaylı olarak gösterilmiştir. Makro modelinde (Şekil 1c), uzamsal ayırıklaştırma tuğla elemanlarından bağımsızdır ve karmaşık duvarcılık, fiziksel-mekanik özellikleri gerçek karmaşık duvarcılık özelliklerini yeterince tanımlayan temsili bir malzeme ile yaklaşık olarak belirlenir. Mikro modelde, uzamsal ayırıklaştırma tuğla elemanları, derzler (harç) ve aralarındaki temas yüzeyi seviyesinde gerçekleştirilir. Yapılan çalışmada makro modelleme yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 1. Yığma duvarlardaki modelleme teknikleri (a)Detaylı mikro modelleme, (b) Basitleştirilmiş mikro modelleme, (c) Makro modelleme

Duvar modeli (Tuğla duvar)

Bu model, 28x18x13.5 cm ebatlarında taşıyıcı tuğlalar kullanılarak ve yaklaşık 1 cm derz kalınlığında harçlar kullanılarak örülen yığma duvar modelleridir. Modelin üst kısmına yükü üniform olarak dağıtmak için çelik plaka altına elastik kompozit tabaka yerleştirilmiştir. Yığma yapı duvar modeli 1180 mm*1150 mm*180 mm boyutları olup, Şekil 2’de detaylı olarak gösterilmiştir.

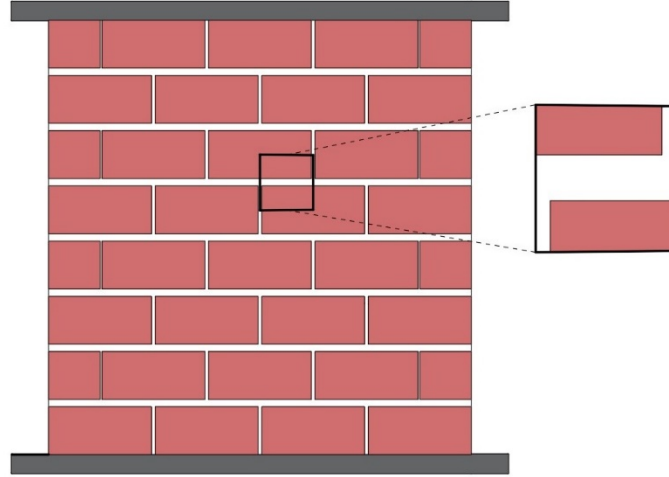


Şekil 2. Yığma yapı duvar modeli

Yöntem

Makro modelleme, taş, kerpiç, tuğla, gazbeton vb. yığma birimler ile bağlayıcı malzemeler arasında ayrı ayrı modelleme yapmaksızın, bütün bu yapı elemanlarını bir bütün olarak kabul eden ve bu malzemelerin ortak özelliğini homojen olarak yansıtan bir modelleme tekniğidir. Yani yığma yapı elemanları ve bunların mekanik özellikleri homojenleştirme

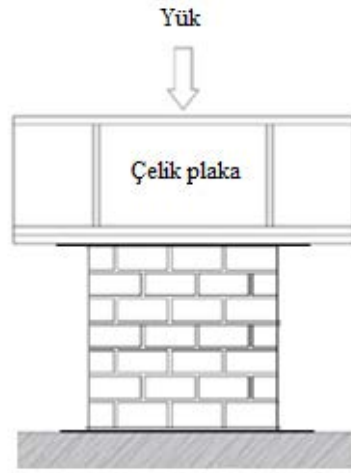
işlemleriyle, modellemede bir bütün olarak kabul edilen tek özelliğe sahip kompozit malzemeye dönüştürülmüştür. Makro modellemede her malzemenin mekanik özellikleri ve detayları ayrı ayrı belirtilmediği için büyük ölçekli yapıların modellenmesinde sağladığı kolaylıktan dolayı zamandan tasarruf edilir. Yığma duvarların modellenmesinde kullanılacak malzeme parametrelerinin belirlenmesinde duvar yapı parçalarından yararlanılmıştır. Kendisini



periyodik olarak tekrar eden elemanter parçanın seçilmesi Şekil 3’de gösterilmektedir.

Şekil 3. Yığma duvardaki elemanter parçanın tespiti

Duvarların basınç yükleme sistemi altında deneye tabii tutulmuştur. Yükleme düzeneğinde, yığma numunelere düşey yükleme uygulayabilmek için daha önceden hazırlanan yükleme başlığı yerleştirilmiştir. Düşey kuvveti dağıtabilmek için yığma numuneler ile başlıklar arasına 1’er adet 0.5 mm kalınlığında profil tabaka yerleştirilmiştir. Deneylerde yük ölçümleri ve yer değiştirmeler ise LVDT’ler (Linear Variable Differential Transformer) kullanılarak yapılmıştır. Yığma duvar numunelerinde oluşan yer değiştirmeleri takip etmek için numunenin yüzüne deneyden önce yatay ve düşey yer değiştirme ölçerler yerleştirilmiştir. Numunelere hidrolik krikoyu yardımıyla uygulanan düşey basınç kuvveti yük hücresi yardımıyla okunmuştur. Deney düzeneğinin yükleme hızı, maksimum yüke kadar kuvvet kontrollü olarak yüklenmiştir. Maksimum yükten sonra deplasman kontrollü olarak ortalama 5 mm/sn deplasman yapabilecek şekilde yüklemeye devam edilmiştir. Bu yapılan deney sonuçlarına göre yığma duvar elemanları modellenmiştir.



Şekil 4. Yığma duvarlarda düşey yükleme sistemi

Düşey basınç dayanım testleri ASTM C1314-10, [16] standartına göre yapıldı. Yığma yapı duvarlarında basınç yükleme sisteminde duvar şekli ve boyut etkileri göz önüne alınarak, standartlara uygun olarak, düşey yük etkisi altında numunelerinin mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu özellikler verilirken kullanılan denklem ve semboller aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Basınç gerilmesi σ_v Denklem 1’de verildiği üzere, uygulanan basınç yükünün (P) numune en kesit alanına (A_n) oranı olarak verilmiştir. Basınç dayanımı (σ_v) ise basınç gerilmelerinin en büyüğü olarak alınmıştır.

$$\sigma_v = \frac{P}{A_n} \quad (\text{Denklem 1})$$

Potansiyometreye karşılık gelen gerilme değeri, aletin göreceli yer değiştirme okumalarını, arasındaki değişimin ilk uzunluktaki (l_o) ile bölünerek hesaplanmıştır. Düşey şekil değiştirme, (ε_i) ise Denklem 2’de verildiği gibi numunenin birim boyundaki kısalma olarak tanımlanmış ve yer değiştirme ölçerler aracılığı ile toplanan veriler yardımı ile hesaplanmıştır. Yer değiştirme ölçer ile hesaplanan düşey şekil değiştirme ölçüm boyunda meydana gelen değişimin (Δl) yer değiştirme ölçerin başlangıç ölçüm boyuna (l_o) oranı olarak belirlenmiştir.

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_{oi}} \quad (\text{Denklem 2})$$

Yığma duvarın, elastisite modülü, Poisson oranı ve kayma modülü aşağıdaki formüllerden elde edildi:

$$E = \frac{\Delta \sigma_v}{\Delta \varepsilon_{v,m}} = \frac{\sigma_{v,33} - \sigma_{v,5}}{\varepsilon_{v,33} - \varepsilon_{v,5}} \quad (\text{Denklem 3})$$

$$\nu = \frac{\Delta \varepsilon_{hm}}{\Delta \varepsilon_{v,m}} = \frac{\varepsilon_{hm,33} - \varepsilon_{hm,5}}{\varepsilon_{vm,33} - \varepsilon_{vm,5}} \quad (\text{Denklem 4})$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (\text{Denklem 5})$$

Burada $\sigma_{v,5}$ ve $\sigma_{v,33}$ ölçülen basınç dayanımının % 5 ve % 33'ünde basınç gerilmeleridir; $\varepsilon_{vm,5}$ ve $\varepsilon_{vm,33}$ karşılık gelen ortalama düşey deformasyon değerleridir ve $\varepsilon_{hm,5}$ ve $\varepsilon_{hm,33}$ karşılık gelen ortalama yatay deformasyon değerleridir. Elastisite modülleri, deformasyonların sadece düşey yer değiştirmelere bağlı olduğu ve sınır koşullarının gerilme durumu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı varsayılarak maksimum yükünün (F_{max}) üçte birine karşılık gelen yük-deformasyon değerleri için elastisite modülü (E) değeri belirlenmiştir.

Bu denklemlerde E (elastisite modülü), σ (gerilme), ε (şekil değiştirme oranı), ΔL (düşey yer değiştirme), L (duvar yüksekliği), F (kuvvet), A ise kuvvetin uygulandığı alandır.

Laboratuvarda model duvar üzerinde yaptığımız deney sonucunda taşıyıcı duvara uygulanan maksimum yük ve bu yük etkisindeki okunan deplasman değerleri belirlenmiştir. Tablo 1'de ise yığma duvar bileşenlerinin mekanik özellikleri yer almaktadır. Bu değerler hooke yasası yardımıyla modelin elastisite modülü hesaplanmıştır.

Tablo 1. Modellerde kullanılan malzeme özellikleri

Malzeme Cinsi	Basınç dayanımı (N/mm ²)	Elastisite modülü (N/mm ²)	Poisson oranı	Çekme dayanımı (N/mm ²)
Tuğla	11.2	9800	0.18	2
Harç	2.4	960	0.18	0.25
Duvar	7.34	3720	0.18	0.28

Elastisite modülü, malzemenin dayanımının (mukavemetinin) ölçüsü yani malzemenin kuvvet altında elastik şekil değiştirmesinin göstergesidir [17]. Bir cismin elastisite modülü arttıkça o cismin elastik özelliği azalır. Ayrıca, malzemelerin elastisite modülü sıcaklıkla ters orantılıdır. Yani bir malzemenin sıcaklığı arttıkça elastisite modülü azalır [18]. Modellenen yığma yapılarda rijit diyafram kabulü yapılarak taşıyıcı elemanların varlığının hesaba katılması sağlanmıştır. Böyle yapılmaması halinde bu elemanların sonlu elemanlar yöntemiyle modellenerek sisteme dâhil edilmesi gerekirdi. Bu rijit diyafram kabulü yapılarak

modellemede kolaylık sağlanmış ve sistemdeki bilinmeyen sayısı azalacağından hesap karmaşasından kaçınılmıştır. Rijit diyafram kabulüyle her noktanın aynı yatay yer değiştirmeyi yapacağı varsayılır. CFRP malzemesi kullanılarak duvarın iki yüzeyine de 0.2 mm kalınlığında, elastisite modülü 240 GPa olan CFRP kompozit malzeme kullanılmıştır. Tablo 2’de bu güçlendirme malzemesinin özellikleri detaylı olarak verilmiştir.

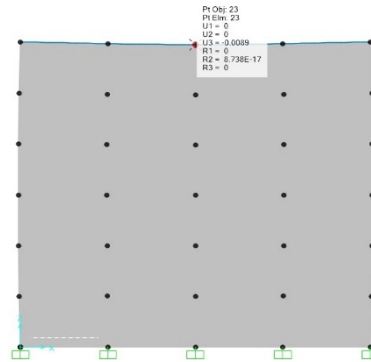
Tablo 2. Güçlendirmede kullanılan CFRP malzeme özellikleri

Malze me	Bölgesel ağırlık	Genişlik	Elastisite modülü boyu	Fiber	Çekme dayanımı
Cinsi	(g/m ²)	(cm)	(GPa) (mm)		(N/15 mm)
CFRP	30	100	240 6/12		30

BULGULAR VE TARTIŞMA

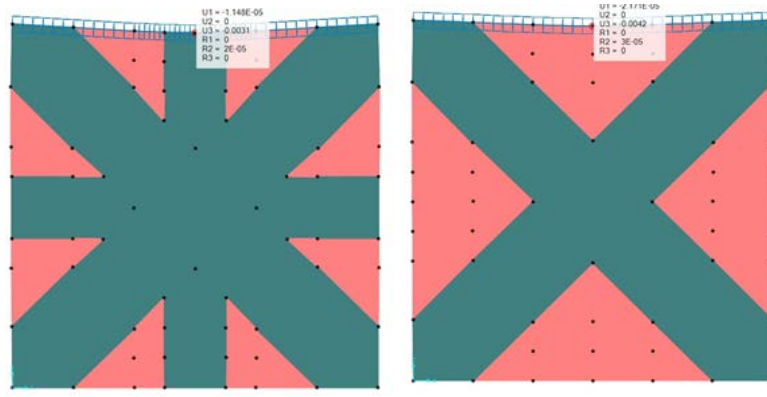
Yapı Duvarlarının Güçlendirilmesi

Yığma duvarlarda tek aşamalı yükleme sistemi uygulanmıştır. Laboratuvar deneyleri sonucu elde edilen yük ve elastisite modülü değerleri SAP2000 programında analiz edilmiştir. Yığma duvarların üst kısmına laboratuvarda uygulanan maksimum basınç kuvveti etki ettirilmiştir. Duvar elemanları arasına çelik plaka kullanılarak duvara etki ettirilen yükün düzgün yayılı olarak etki etmesi sağlanmıştır. Yığma duvar makro düzeyinde "düzlem gerilimi" elemanları kullanılarak homojen ve elastik bir malzeme olarak modellenmiştir. 5 farklı yığma duvar modeli üzerinde çalışma yapılmıştır. Yığma duvarlarda laboratuvar test sonuçlarında elde

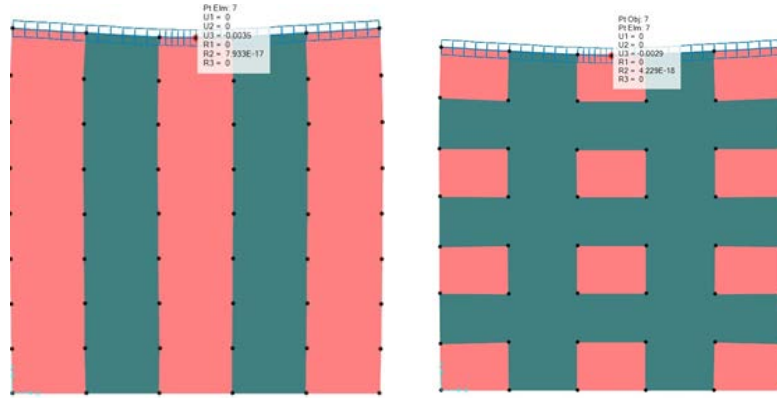


edilen 152.6 kN etkisinde düşey yüke maruz bırakılmış ve bu yük altında yapısal davranışı incelenmiştir.

a) Model 1: Kontrol numunesi(Güçlendirilmemiş)



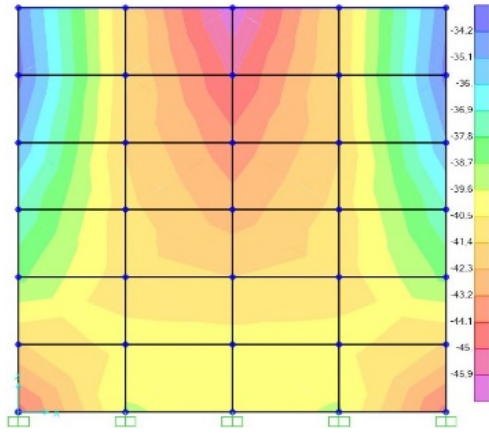
b) Model 2: Diagonal CFRP şeritleri c) Model 3: Çapraz CFRP şeritleri



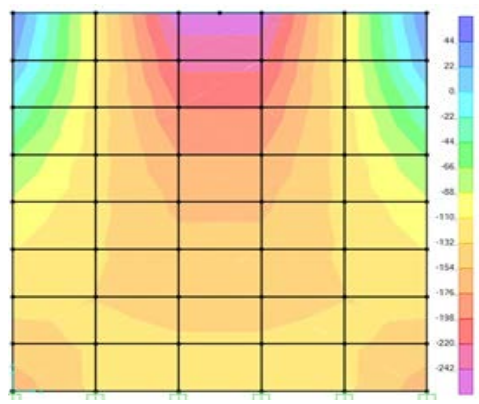
e) Model 4: Düşey yönde CFRP şeritleri f) Model 5: Çift yönde CFRP şeritleri

Şekil 5. CFRP kompozitlerle duvarlara uygulanan farklı güçlendirme konfigürasyonları**Yapı duvarlar analizleri**

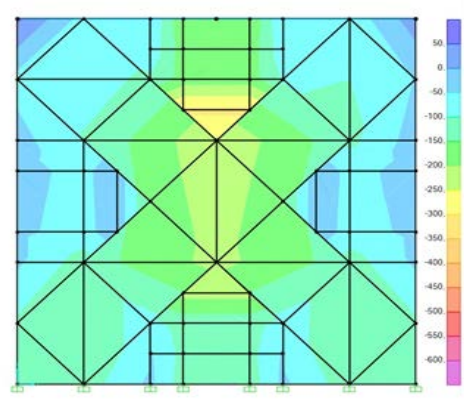
Model 1 olarak güçlendirilmemiş yığma duvar modeli ve diğer modellerde ise CFRP ile farklı bölgelerde güçlendirmeler yapılarak yığma duvar elemanlarının yapısal davranışı belirlenmiştir. Daha sonra yapılan analizleri sonrasında duvarda meydana gelen maksimum kuvvet dağılımı aşağıda detaylı olarak verilmiştir. Duvarda en büyük zorlanmalar orta üst kısımda olduğu gözlemlenmiştir. Yapı modellerinde kontrol numunenin ve CFRP ile farklı konfigürasyonlarla güçlendirilmiş yığma duvarların yapısal davranışları Şekil 6'da verilmiştir. Güçlendirilmemiş yığma duvar numuneleri ile CFRP-Diyagonal-güçlendirilmiş duvar duvarlarının sonuçlarını karşılaştırılmıştır. Sonuçlar iyi bir uyumluluk göstermektedir ve CFRP-güçlendirilmiş duvarlar için doğrusallığın gerçekçi olduğunu varsayılmaktadır. Ayrıca, deneysel ve teorik çalışmalar, duvar duvarlarının CFRP-düşey yönlerde güçlendirilmesinin, deforme olabilirlik açısından, düzlem dışı sapmanın azaltılmasındaki diğer güçlendirme yapılandırmalarından daha iyi bir performansa sahip olduğunu da göstermektedir.



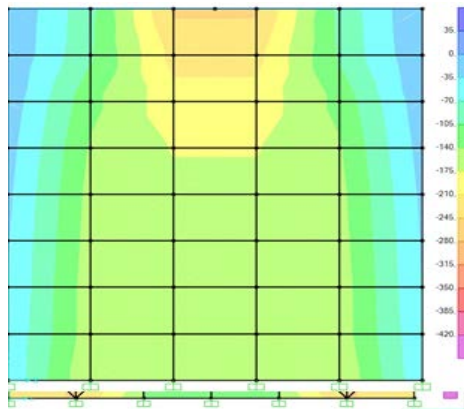
a) Model 1



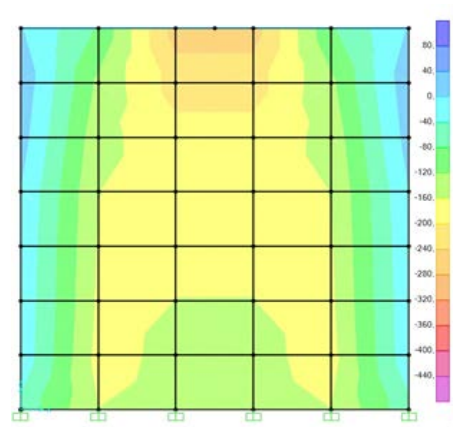
b) Model 2



c) Model 3



c) Model 4

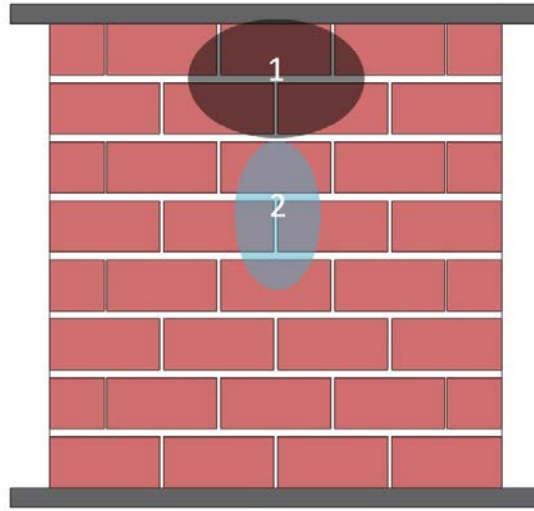


d) Model 5

Şekil 6. Yığma duvar analizi

Yapı Çatlaklarının Değerlendirilmesi

Yığma duvarlar üzerinde yapılan analizleri sonucunda duvarlarda meydana gelen maksimum gerilmeler elde edilmiştir ve çatlaklarda bu bölgelerde oluşmuştur. Yığma duvarlarda meydana gelen çatlakların sebepleri duvar üzerine yerleştirilen plakanın ortasından etki ettirilen yükten oluşan zorlanmalardan dolayı çatlaklar oluşmaktadır. Duvara sadece düşey yük etki ettirildiği için kesme veya moment çatlakları oluşmamaktadır. [19, 20]. Sadece basınçtan kaynaklanan normal kuvvet çatlakları oluşmaktadır. Yük orta üst kısımdan etki ettirildiği için maksimum zorlanma (1) bölgesinde oluşmaktadır. En geniş çatlaklar bu bölgede gözlenmiştir. Etki eden yük git gide azalarak orta bölmeden alt kısma doğru geçmektedir. Bu nedenle (2) bölgesinde de çatlaklar oluşmuştur. Bu iki kısım (1) (2) yığma duvarın maksimum zorlandığı ve en fazla çatlak görüldüğü kısımdır.



Şekil 7. Yığma duvarlarda oluşan hasarlar

SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, yığma duvarlarının güçlendirilmesinin CFRP kompozitler malzemeler kullanılarak yapısal analizleri belirlenmiştir. Yukarıdaki şekillerde farklı CFRP güçlendirme uygulamaları detaylı olarak verilmiştir. Sol kısımdaki diyagramda kN/m cinsinden bölgesel kuvvetler gözükmemektedir. Yapılan çalışmalarda CFRP güçlendirilmiş duvar elemanları referans numunelere göre daha iyi mekanik özellikler göstermiştir. Ayrıca yapılan incelemelerde ise düşey yönde uygulanan CFRP sonuçlarında yüksek dayanım elde edilmiştir. Kontrol numunesine göre CFRP ile güçlendirilen duvar numunelerinin deplasman değerleri artmış ve sünek davranış sergilemiştir. En ideal FRP uygulaması düşey yönde FRP uygulaması olarak saptanmıştır. Yığma duvarın makro sayısal modelleme seviyesi, yani duvar elemanları ve harçlar homojenleştirilmiş malzeme olarak modellenmiş, böylece başlangıçta yapının gerçek davranışını idealize edilmiştir. Güçlendirilmiş duvarlarda kontrol numunelere göre oldukça az hasar oluşmuştur.

- Yığma duvarlarında CFRP-düşey güçlendirme, düzlem dışı sertliğin arttırılmasında ve deformasyonun azaltılmasında diğer duvar konfigürasyonlarından daha iyi performans sergilemiştir.
- Her yükleme adımımda CFRP diyagonal güçlendirme için düzlem dışı sertlik deneysel ve teorik modellemenden elde edilen sonuçların karşılaştırılması, uyumludur.
- FRP ile güçlendirilmiş yığma duvarlar için belirtilen yükleme seviyelerindeki yük sapma davranışı çizgiye yakındır.

KAYNAKLAR

- [1] O. Jafarov, H. O. Köksal, B. Doran, C. Karakoç, “Donatısız Yığma Duvarların Doğrusal Olmayan Davranışı Üzerine Bir İrdeleme,” Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, vol. 30, pp. 133-143, (2012).
- [2] I. O. Demirel, M.A Erberik, H. Sucuoğlu, “Tuğla Yığma Yapıların Performans Esaslı Değerlendirilmesi İçin Doğrusal Olmayan Çerçeve Modeli,” Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, ODTÜ – ANKARA, pp. 1-10, (2011).
- [3] N. Volkan Gür, Ş. Ömer Deniz, S. Ekinci, “Kagir Yığma Duvarlarda Taşıyıcı Malzeme ve Bileşenler,” Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu – Bursa, (2012).
- [4] A. Ural, A. Doğangün, “Evaluating the Seismic Performance of Masonry Structures using with Micro Modeling Strategy,” International Earthquake Symposium, (2007).
- [5] D. S. Demirkan, “Yığma Yapılarda Derz Kalınlığı ve Duvar Örme Tekniğinin Yapıya Etkisinin Anizotrop Bir Model Üzerinde İncelenmesi,” İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2014)
- [6] P. B. Lourenço, J. G. Rots, “Blaauwendraad, J., Continuum Model For Masonry: Parameter Estimation and Validation” Journal of Structural engineering, vol.124, no.6,pp. 642-652, 1998.
- [7] L. Berto, et al. “An Orthotropic Damage Model for Masonry Structures, International Journal for Numerical Methods in Engineering”, vol.55, no.2, pp. 127-157, 2002.
- [8] L. Gambaratto, S. Lagomarsino, “Damage models for the seismic response of brick masonry shear walls part ii: The continuum model and its application,” Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol. 26, no. 4, pp. 441-462, 1997.
- [9] A.S. Mosallam, “Out-of-plane flexural behavior of unreinforced red brick walls strengthened with FRP composites”. Composites: Part B, vol. 38: pp. 559–574, 2007.
- [10] A. Nanni, G. Tumialan, “Fiber-Reinforced Composites for the Strengthening of Masonry Structures.” Structural Engineering International, vol.13(4), pp. 271–278, 2003

- [11] H.O. Koksai, S. Aktan, A.O. Kuruşçu, “Elasto-Plastic FE Analysis of FRP-Confined Masonry Columns,” Revised from submitted to Journal of Composites for Construction. DOI 10.1061/(ASCE) CC. 1943- 56140000268, 2011.
- [12] T.D. Krevaikas,, , T.C. Triantafillou 2005. “Masonry confinement with Fiber-Reinforced polymers”. ASCE J. Of Composites for Construction, vol. 3–4, pp.128–35.
- [13] S. Kömürcü, A. Gedikli, “Modelling of the Nonlinear Behaviors of the Homogenized Masonry Walls,” 4th International Earthquake Engineering and Seismology Conference, (2017).
- [14] K. Chaimoon, M.Attard, Modeling of Unreinforced Masonry Walls Under Shear and Compression, Engineering Structures, 29(9), 2056-2068, 2007.
- [15] A. Formica et al., Mixed Solution Strategy For The Nonlinear Analysis of Brick Masonry Walls, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 191(51-52), 5847- 5876, 2002.
- [16] ASTM C1314-10 (2011) Standard test method for compressive strength of masonry prisms. American Society for Testing and Materials, USA.
- [17] P.B. Lourenco, Computational Strategies For Masonry Structures, PhD thesis, Delft University, Netherlands, (1996).
- [18] P. B. Lourenco, J.G. Rots, Multisurface Interface Model For Analysis of Masonry Structures, Journal of Engineering Mechanics, 123(7), 660-668, 1997.
- [19] P.B. Lourenço, (1996). Computational Strategies for Masonry Structures. Delft, Netherland: PhD Thesis.
- [20] D.V. Oliveira, P. B. Lourenço, P. Roca, Cyclic Behaviour of Stone and Brick Masonry Under Uniaxial Compressive Loading, Materials and Structures, 39(2), 219-227, (2006).