

EDU CONFERENCES

CONFERENCE BOOK

ICHEAS

8. ULUSLARARASI SAĞLIK, MÜHENDİSLİK VE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

15 - 17 KASIM 2024
ROMA



www.educonferences.org

ICHEAS 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH,
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 15 - 17, 2024 - ROME

ISBN: 978-625-6283-98-5

ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE



**ICHEAS 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING
AND APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 15 - 17, 2024 - ROME**

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conference: Prof. Dr. Naile Bilgili

Head of Organizing Board: Assis. Prof. Dr. Gültekin Gürçay

Prof. Dr. Başak Hanedan

Prof. Dr. Naile Bilgili

Prof. Dr. Hülya Çiçek

Prof. Dr. Ali Bilgili

Prof. Dr. Hajar Huseynova

Prof. Dr. Dwi Sulisworo

Prof. Zain Musa

Prof. Dr. Sameer Jain

Prof. Dr. Yakup Babayev

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari

Assoc. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran

Assoc. Prof. Dody Hartanto

Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn

Assoc. Prof. Nazile Abdullazade

Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov

Assist. Prof. Ihwan Ghazali

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou

Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracı an

Lect. Mehmet Nuri Ödük

Dr. Gültekin Gürçay

Dr. Amaneh Manafidizaji

Edited By

PROF. DR. NAILE BILGILI

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House

Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

Academy Global–2024 ©

CONFERENCE ID

ICHEAS 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING
AND APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

NOVEMBER 15 - 17, 2024
ROME

ORGANIZATION

Academy Global Conferences & Journals

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – Germany – Italy- Poland- Belgium – Iran – Senegal – Nigeria - Gambia - Tanzania -
India – Ethiopia – Sudan – France - Kenya - Pakistan - Uzbekistan. - Croatia. – Hungary -
Serbia – Kazakhstan – Philippines – Indonesia - Azerbaijan - Japan- Malaysia - Vietnam -
Thailand - Singapore - Mongolia - Sweden - Spain -

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :

73 papers presented from Turkey and 83 papers from other Countries
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an
"official assignment letter"

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Issued: 15. 12. 2024

ISBN: 978-625-6283-98-5

Scientific & Review Committee

- Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur, Turkey
Dr. Gultekin Gurcay, Turkey
Doç. Dr. Hülya BALKAYA, Turkey
Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN, Turkey
Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA, Turkey
Prof. Dr. Bülent KURTİŞOĞLU, Turkey
Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Turkey
Prof. Dr. Ali BİLGİLİ - Türkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN - Türkiye
Prof. Dr. Asım KART - Türkiye
Dr. Öğretim Üyesi Büşra YARANOĞLU - Türkiye
Dr. Öğretim Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER - Türkiye
Doç. Dr. Şeyma ÇALIŞKAN ÇAVDAR - Türkiye
Prof. Dr. Həcər Hüseynova, Azerbaijan Republic
Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə, Azerbaijan Republic
Dr. Moo Sung Kim College of Business, Zayed University, Dubai UAE
Dr. Mahboubeh Taghizadeh, Iran University of Science and Technology, Iran
Prof.(Dr.)Wen-Lin Yang, Dean, National University of Tainan, Taiwan
Dr. Pankaj Thakur, Assistant Professor, Arba Minch University, Arba Minch, Ethiopia
Dr. Hoang Anh Tuan, Vice Dean, Ho Chi Minh city University of Transport, Vietnam
Dr. Dodo Yakub Aminu, Senior lecturer, University Sains Islam Malaysia
Dr. Sunny Joseph, HOD, Dept. of Mathematics, K. E. College, Kottayam, Kerala, India
Dr. Dipti Patra, Associate Professor, National Institute of Technology, India
Dr. Mohd Helmy Abd Wahab, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
Dr. Poonam Vyas, J K Lakshmi Pat University, Jaipur, Rajasthan, India
Dr. Ahmed A. Elngar, Assistant Professor, Beni-Suef University, Egypt
Dr. Ahmad R. AlBattat, Senior Lecturer, Management and Science University, Shah Alam, Malaysia
Dr. Arunachalam Kalirajan, Senior Lecturer, DMI St. Eugene University, Zambia
Dr. Yagyanath Rimal, Lecturer, School of Engineering, Pokhara University, Nepal
Dr. Choen Krainara, Office of the National Economic & Social Development Board, Thailand
Dr. Nihar Ranjan Mishra, Asst. Professor, Social Anthropology, NIT, India
Prof. Saber Mohamed Abd-Allah, Chairman, Reproductive Biology & Genetics Society, Singapore
Prof.(Dr.) Mwafaq M. Dandan, Aljouf University, Kingdom of Saudi Arabia
Dr. Hussein Hussein Zidan, Assistant Professor, Directorate General of Diyala, Baqubah, Iraq
Prof.(Dr.) Basim Alhadidi, Albalqa' Applied University, Jordan
Prof.(Dr.) Ashraf M. A. Ahmad, Princess Sumaya University for Technology, Amman
Prof.(Dr.) Raymond Kosala, The Loseph Wibowo Center for Advanced Learning, Jakarta, Indonesia
Dr. Aliyu Ahmad Warra, Centre for Entrepreneurial Development, Federal University, Gusau, Nigeria
Dr. R Nandhini, Assistant Professor and Head, Anna University, Tamil Nadu, India
Dr. Srishti Umekar, Assistant Professor, AISECT University Bhopal, India
Dr. Md. Mamun Habib, School of Quantitative Sciences, Universiti Utara Malaysia, UUM
Johnnie Jada Lim, San Sebastian College Recoletos De Cavite, Cavite City, Philippines

Dr. Mumtaz Alam, Fiji National University, Republic of Fiji.

Prof. Muntazir MEHDI, Pakistan

Dr. Yang ZITONG, China

Aynurə Əliyeva, Azerbaijan Republic

Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU, Iran



T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi



Sayı : E-98102723-903.07-475454
Konu : Görevlendirme Talebi

REKTÖRLÜK MAKAMINA

İlgi : 27.03.2024 tarihli ve E--903.07-474236 sayılı yazı

Fakültemiz Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı'nda görevli öğretim üyesi Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK'in Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince, Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz ve yevmiyesiz olarak görevlendirilme talebi ile ilgili dilekçesi ekte gönderilmiştir

Adı geçen öğretim üyesinin Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz, yevmiyesiz olarak görevlendirilmesinde Dekanlığımızca bir sakınca bulunmamaktadır.

Onaylarınıza arz ederim

Prof.Dr. Şevki Hakan EREN
Dekan

OLUR

Prof.Dr. Arif ÖZAYDIN
Rektör

Ek:İlgi Dilekçe (1 Adet)

Dağıtım:

Gereği:

Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanlığı

Bilgi:

Sayın Prof.Dr. Hülya ÇİÇEK

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSFN3RR3CF* Pin Kodu : 27962

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/gaziantep-universitesi-ebys>

Adres : Gaziantep Üniversitesi Kampus Alanı, Tıp Fakültesi Dekanlığı, Şehitkamil - 27310 -

GAZİANTEP

Telefon : 0 (342) 360 60 60 Faks:0 (342) 360 16 17

e-Posta : tipfaksekg@gmail.com Web : www.gantep.edu.tr/~tipdekanlik/bilgipaketi

Kep Adresi : gauntipdek@hs01.kep.tr

Bilgi için : Hüseyin Temel

Unvanı : Bilgisayar İşletmeni V.





Sayı : 903.07/
Konu : Görevlendirme

TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince, Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz ve gündeliksiz olarak Rektörlük makamının oluru ile görevlendirilmem hususunda gereğini bilgilerinize arz ederim.

Prof.Dr. Hülya Çiçek
Öğretim Üyesi

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND
SOCIAL SCIENCES
ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH,
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 15 - 17, 2024
ROME

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1>

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “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.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

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.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
16 Kasım / November 16, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Assist. Prof. Dr. Ülkü ÇOBAN	1	ÖRGÜTSEL YABANCILAŞMANIN ÖRGÜTSEL BAĞLILIK ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE COVID-19'UN ARACILIK VE DÜZENLEYİCİLİK ETKİSİ	Prof. Dr. SALİH YEŞİL Doç.Dr. AHMET MELİH EYİTMİŞ Bilim Uzm. AYŞEGÜL ÖZBAĞIŞ Bilim Uzm. ALEV YILDIRIM
		2	İNNOVASYON SÜREÇLERİNDE ÖRGÜTSEL ÖĞRENMENİN ROLÜ: OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEN BİR UYGULAMA	Semra ÇEVİK Sevilay SAĞTAN Murat ARSLANOĞLU Fatih ÇAĞIRANKAYA
		3	EVALUATION OF COOKIE-BASED PERSONALIZED ADS IN BEHAVIORAL MARKETING FROM A CONSUMER PERSPECTIVE	Öğr. Gör. Dr. KADER EROL Doç. Dr. SEZEN GÜNGÖR
		4	ETHICAL CONSIDERATIONS IN DECISION-MAKING PROCESSES OF SPORT MANAGERS SUMMARY	Assist. Prof. Dr. Ülkü ÇOBAN
		5	LEADERSHIP MODELS AND MOTIVATION IN SPORTS MANAGEMENT	Assist. Prof. Dr. Ülkü ÇOBAN
		6	Üniversite Öğrencilerinde Çok Boyutlu Yoksulluk ve Sağlık Algısı Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Hüseyin ÇOK Betül KÖKÇE Doç. Dr., EMİNE ÇETİN
		7	Üniversite Öğrencilerinde Aşı Karşıtlığı, Aşı Okurazarlığı ve E-sağlık Okuryazarlığı Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması	PERVER AĞIRMAN Doç. Dr., EMİNE ÇETİN
		8	ETKİLEYİCİ PAZARLAMADA PARASOSYAL ETKİLEŞİM VE FENOMEN GÜVENİLİRLİĞİNİN SATIN ALMA NİYETİNE ETKİSİ: TIKTOK TAKİPÇİLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Mohammad TAQI MOHEBY Doktor Öğretim Üyesi, Nur ÖZER CANARSLAN

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Prof.Dr. Ahmet ÇOBAN	1	MONTESORİ YÖNTEMİNİN OKUL ÖNCESİ EĞİTİM KURUMUNA DEVAM EDEN 48-60 AYLIK ÇOCUKLARIN YEMEK YEME BECERİSİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Çocuk Gelişimi Uzmanı,EBRU YILDIRIM Doç. Dr.,ELVAN ŞAHİN ZETEROĞLU Doç. Dr.,MERAL TANER DERMAN
		2	EXAMINATION OF ENGLISH LANGUAGE TEACHING UNDERGRADUATE PROGRAM IN TERMS OF TARGET SKILLS IN THE HIGH SCHOOL EDUCATION ENGLISH TEACHING PROGRAM	Prof.Dr. Ahmet ÇOBAN MA Stu.Zeynep ÇOBAN
		3	REVIEW OF POLICIES RELATED TO FOREIGN LANGUAGE EDUCATION AND TEACHING IN TURKEY	Prof.Dr. Ahmet ÇOBAN MA Stu. Melek OKUMUŞ
		4	INNOVATOR OF NATIONAL CHILDREN'S PROSE	Assoc. Prof. Dr. Shohrat Nusrat Gizi Mammadova
		5	KEMAN EĞİTİMİ SÜRECİNDE ÖĞRENCİLERİN KARŞILAŞTIKLARI FİZİKSEL SORUNLARIN FİZİYOTERAPİST GÖRÜŞLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi SELİN GÖZDE GÜNAY GÖKTEN Prof. Dr. ALAATTİN CANBAY
		6	TÜRK EĞİTİM SİSTEMİNDE ERKEN ÇOCUKLUK/OKUL ÖNCESİ EĞİTİM POLİTİKALARI	Prof.Dr. Ahmet ÇOBAN Dr. Öğr. Erol ŞAHİN
		7	TÜRKİYE'DE ORTAÖĞRETİM POLİTİKALARI	Prof.Dr. Ahmet ÇOBAN Dr. Öğr. Mehmet Emin ARSLAN
		8	TÜRKİYE VE AMERİKA'DAKİ BİLİM MÜZELERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğrt.Üyesi, YELDA USAL Dr. Öğrt.Üyesi, ÇİĞDEM ÖZDEMİR
		9	The 10 Year Process of Femicide in Türkiye And Comparisons with the Continent	TEACHER FİKRİYE ÇAVUŞOĞLU TEACHER TUĞBA YURT ASLAN TEACHER MELTEM KÖKSAL STUDENT DİLARA KILIÇ STUDENT EFİL ELA SAKİNCİ

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Doktor Öğretim Üyesi, ASLI URAL	1	INVESTIGATION OF EFFECTIVE GENES IN THE TRANSFORMATION OF MDS DISEASE INTO AML	Öğr.Gör.Dr, Gözde Öztan
		2	EXAMINATION OF A WOMAN WITH RECURRENT PREGNANCY LOSS ACCORDING TO JOHNSON'S BEHAVIORAL SYSTEM MODEL: CASE REPORT	Lecturer Rukiye Dikmen Lecturer Emine İlkin Aydın Prof.Dr. Sevil Şahin
		3	SEXUAL HEALTH AND NURSING CARE DURING PREGNANCY	Lecturer Emine İlkin Aydın Lecturer Rukiye Dikmen Prof.Dr. Sevil Şahin
		4	POSTMENOPAZAL KADINLARDA CİNSEL İŞLEV BOZUKLUKLARI VE HEMŞİRELİK BAKIMI	Doktor Öğretim Üyesi, ASLI URAL Msc. Hemşire ÜMMÜHAN DOĞAN
		5	Social Support and Psychological Resilience in Women Who Gave Birth by Cesarean Section: Effects on Breastfeeding	Doktor Öğretim Üyesi, ASLI URAL
		6	YENİDOĞAN ANNELERİNE VERİLEN SAĞLIK EĞİTİMLERİNİN MATERNAL BAĞLANMAYA ETKİLERİNİN İNCELENDİĞİ HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Arş. Gör. Büşra KÜTÜK
		7	YENİDOĞANLARDA MATERNAL BAĞLANMAYI DESTEKLEYEN HEMŞİRELİK UYGULAMALARI	Arş. Gör. Büşra KÜTÜK
		8	Elucidating the anticancer effects of Cabazitaxel and Quercetin on hsa-miR-646 levels and DNA methyltransferases in Prostate Cancer	Asst. Prof. Özge AKBULUT-CALISKAN Asst. Prof. YASEMIN KARTAL

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Dr. Buket AKCAN ALTINKAYNAK	1	PRANIC HEALING BASED ON ROGERS' THEORY: PAIN REDUCTION IN PEDIATRIC VENIPUNCTURE	Dr. Pouran Varvani Farahani Professor Dr. Candan ÖZTÜRK
		2	HYDROXYCHLOROQUINE IN COVID -19 DISEASES: WHAT POINTS OF CONTROVERSY? A MINI-REVIEW	SAADI Fatima-Zahra Abdaoui Abderrahmane
		3	ASSESSMENT OF ANTIMONY CONCENTRATIONS IN BOTTLED WATER SOLD IN THE TLEMCEN Region	ABOUREJAL Nesrine BENAMARA Salim KRID Meriem BENDAHOU Rekia BEIBACHIR Samar
		4	CURCUMIN AND OBESITY	Dr. Yahya ALTINKAYNAK Dr. Buket AKCAN ALTINKAYNAK
		5	HEALTHY PLANET HEALTHY HUMAN: PLANETARY HEALTH	Instructor, Fatma Zehra GENÇ Asist. Prof. Dr. Suzan YILDIZ Prof. Dr. Naile BİLGİLİ
		6	THE IMPORTANCE OF THE METHYLATION CYCLE IN ATHLETES	Öğr. Gör. Dr. Mehmet Alperen ÜSTÜNER Öğr. Gör. Dr. Muhammed YILDIZ
		7	PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF CAFFEINE ON ATHLETES	Öğr. Gör. Dr. Muhammed YILDIZ Öğr. Gör. Dr. Mehmet Alperen ÜSTÜNER

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN	1	STABILITY OF A RATIO-DEPENDENT PREY-PREDATOR MODEL WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT TIME DELAY	Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN
		2	LYAPUNOV-BASED STABILITY ANALYSIS OF TWO-SPECIES COMPETITIVE INTERACTIONS MODELED BY DIFFERENCE EQUATIONS	Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN
		3	INVERSE NODAL PROBLEM FOR DIFFUSION OPERATOR	Dr. Öğr. Üyesi Merve ARSLANTAŞ Doç. Dr. Sevim DURAK
		4	INTEGRATIVE ANALYSIS OF NONLINEAR STRUCTURAL BEHAVIOR IN THE SKELETAL TYPE STRUCTURES	Prof. Dr. Tuğrul TALASLIOĞLU
		5	FREE OPEN SOURCE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS	Assist. Prof. Dr., MURAT KAPUSUZ

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
16 Kasım / November 16, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Doç. Dr. Berna DİNCER	1	TEACHING TECHNOLOGIES AND MATERIAL DESIGN IN PATIENT EDUCATION	Doç. Dr. Berna DİNCER
		2	SPIRITUAL CARE IN CANCER PATIENTS	Doç. Dr. Berna DİNCER
		3	COMFORT AND ITS IMPORTANCE IN NURSING PRACTICE	Doç. Dr. Berna DİNCER
		4	DIABETIC NEUROPATHIC PAIN MANAGEMENT	Doç. Dr. Berna DİNCER
		5	DEPREM VE SAĞLIK; GÖÇMENLERİN AFET SONRASI YAŞADIĞI ZORLUKLAR VE SAĞLIK DURUMLARI	Arş. Gör. ÖZGE ŞANLITÜRK Doç. Dr. NESRİN İLHAN
		6	SAĞLIK OKURYAZARLIK VE KRONİK HASTALIK YÖNETİMİ	Doç. Dr. NESRİN İLHAN Arş. Gör. ÖZGE ŞANLITÜRK
		7	TEDAVİ GÖREN BİREYLERİN YAKINLARININ ANKSİYETE VE DEPRESYON DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: META ANALİZ ÇALIŞMASI	Arş. Gör., DİLŞA AZİZOĞLU KELEŞ Arş. Gör., FURKAN KELEŞ Arş. Gör., FURKAN ALP
		8	SAĞLIK ÇALIŞANLARININ MOBBİNG VE İŞ TATMİNİ DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: META ANALİZ ÇALIŞMASI	Arş. Gör., FURKAN KELEŞ Arş. Gör., DİLŞA AZİZOĞLU KELEŞ Arş. Gör., FURKAN ALP

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Prof. Dr. W. Thammarat,	1	ENHANCING SUSTAINABILITY THROUGH ADAPTIVE SYSTEM ARCHITECTURES	Maria Sanchez, Arjun Desai, Lingwei Zhou, Natalia Popova
		2	ESTABLISHING A COMPREHENSIVE ASSESSMENT FRAMEWORK FOR BUILDING COMPONENT SUSTAINABILITY	Elena Kovalevskaya, Dimitrios Xenopoulos, Esha Sharma, Jian Li, Henrietta Lefèvre
		3	ADAPTIVE RESILIENT ARCHITECTURE: STRATEGIES FOR FLOOD MITIGATION	Ravi K. Sharma, Mei Lin Wei
		4	BETWEEN TADAO ANDO AND CHARLES CORREA: AN 'AFFINITARIAN' ARCHITECTURAL INQUIRY	Rina Sato
		5	INNOVATIVE DESIGN OF ADAPTIVE TEMPORARY SHELTERS FOR DISPLACED COMMUNITIES	A. Jamsran, T. Davaajargal, E. Erdene, K. Sukhbaatar, L. Amarsanaa, B. Bat-Erdene, N. Bold, D. Ganbold
		6	STRATEGIC APPROACHES TO FINANCING AFFORDABLE HOUSING IN EMERGING ASIAN ECONOMIES	Amir Khan, Nguyen Thi Lan Huong
		7	RETHINKING ARCHITECTURE FOR A SUSTAINABLE FUTURE: INTEGRATIVE APPROACHES IN THE AGE OF CLIMATE CRISIS	Ayanthi Perera, Assis. Prof. Dr. Wei Ming Zhu
		8	DESIGN RECOMMENDATIONS FOR INCLUSIVE HOUSING TO MEET DIVERSE ACCESSIBILITY NEEDS	L. Nakamura, S. Gupta, J.-H. Kim, M. Rizwan
		9	ASSESSMENT OF FIRE HAZARDS ASSOCIATED WITH FUEL STATIONS AND LAND-USE PLANNING CONSIDERATIONS IN CHIANG MAI, THAILAND	P. Sukjai, Prof. Dr. W. Thammarat, L. Noppakun

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Assis. Prof. Dr. Haruto Tanaka,	1	REINTERPRETING PERSPECTIVE: THE REVIVAL OF SPATIAL REPRESENTATION IN RENAISSANCE ITALY	Lila Tanaka, Amir Rashid, and Hiroshi Nakamura
		2	EVALUATING PEAK DEMAND PROJECTIONS FOR OFFICE BUILDINGS UTILIZING EQUEST	Yuki Tanaka, Aisha Kim, Chen Wei, Amir S. Ahmad
		3	FRAMEWORK DEVELOPMENT FOR DIGITAL TWINS IN THE BUILT ENVIRONMENT	Mei Zhang, Hiroshi Tanaka, Ayesha Khan,
		4	INFLUENCING FACTORS FOR ADOPTING SUSTAINABLE CONSTRUCTION PRACTICES IN ASIAN RESIDENTIAL DEVELOPMENT	Haruto Yamamoto, Aisha Rahman, Li Wei, Siti Noor
		5	ADAPTING SPATIAL DESIGN TO PANDEMIC CHALLENGES: A FRAMEWORK FOR FUTURE RESILIENCE	Prof. Dr. Amina Khosravi, Mei Lin Zhang
		6	THE RISE OF CONSTRUCTION SYNDICATES IN SOUTH AFRICA: CONSEQUENCES FOR THE CONSTRUCTION SECTOR	Aisha Khan, Rajiv Mehta, Lin Chen
		7	STRATEGIES FOR ACHIEVING ENERGY SUSTAINABILITY IN MODERN ENTERPRISES	Mei Lin Zhang, Assis. Prof. Dr. Haruto Tanaka, Amina K. Rahman,
		8	FUNDING SUSTAINABLE INITIATIVES: A STUDY ON CROWDFUNDING FOR ECO-FRIENDLY PROJECTS IN AZERBAIJAN	Aydin Mammadov, Leyla Aliyeva, Rauf Hasanov, Fidan Aliyeva, Tural Jafarov

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Prof. Dr. Dwi Anggoro,	1	PATHWAYS TO ACHIEVING NET ZERO ENERGY IN OFFICE SPACES: A RETROFIT CASE STUDY FOR TROPICAL CLIMATES	Siti A. Rahman, Prof. Dr. Budi S. Nugroho
		2	ANALYSIS OF ELECTRON DENSITY ANOMALIES IN ENERGY METABOLISM ENZYMES	Dimas Setiawan, Intan R. Kartika
		3	UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR IDENTIFYING POTENTIAL BIOMARKERS IN BREAST CANCER	Prof. Dr. Dwi Anggoro, Dr. Putri Sari, Rahmat Hidayat
		4	DEVELOPMENT OF A BIOMIMETIC SALTWATER BATTERY UTILIZING ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF BIOLOGICAL SYSTEMS	Maria Santos, Juan dela Cruz, and Leila Reyes
		5	ENHANCING GENE NAME DETECTION FROM BIOLOGICAL PATHWAY ILLUSTRATIONS USING SIAMESE NETWORKS	Juan Dela Cruz, Maria Santos, Enrique Villanueva, Angela Reyes, Roderick Lim
		6	FRAMEWORK FOR ASSESSING INFORMATION DYNAMICS IN LIVING ORGANISMS	Alina S. Zhanabayev, Nurzhan A. Askarov
		7	IMPACT OF SILVER NANOPARTICLES ON RRNA MATURATION GENES IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE	Aisulu Kairbekova, Yerbolat Zhanbotaev
		8		

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Prof. Dr. Stefan Jovanović	1	ASSESSMENT OF ARCOBACTER AND HELICOBACTER PYLORI CONTAMINATION IN FRESH ORGANIC VEGETABLES: A CULTURAL AND MOLECULAR APPROACH	Nikola Marković, Assoc. Prof. Milica Petrović, Prof. Dr. Stefan Jovanović
		2	ACCELERATED DATA PROCESSING FOR SINGLE-CELL CHROMATIN ACCESSIBILITY USING HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING	Milica Jovanović, Stefan Petrov
		3	INTEGRATING SEMANTIC LEXICAL INSIGHTS INTO CNN ARCHITECTURE FOR DIAGNOSING PEDIATRIC DISEASES	Marko Petrovic, Ana Jovanovic, Nikola Milic,
		4	DYNAMICS OF LAGRANGIAN COHERENT STRUCTURES IN THE WAKE OF SWIMMING NEMATODES	Marko Jovanović, Ana Petrović, Stefan Radosavljević
		5	THE FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF EVOLUTIONARY FORCES: GENE ENGINEERING THROUGH SYNTHETIC EVOLUTIONARY INTELLIGENCE	A. J. Kovács, M. T. Szabó
		6	RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF SILVER NANOPARTICLES DERIVED FROM CHLOROPHYTUM BORIVILLIANUM AGAINST GAMMA RADIATION-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN SWISS ALBINO MICE	László Szabó, Anna Tóth, Zoltán Kovács
		7	IMPACT OF VERMICOMPOST FROM COW MANURE TREATED WITH BEETLE LARVAE AND WORM SPECIES ON AGRICULTURAL YIELD	Dr. Zsófia P. Kovács, Assis. Prof. Dr. Gábor T. Székely
		8	PHYLOGENETIC ANALYSIS OF NYMPHAEA SPECIES BASED ON 18S RDNA SEQUENCES	L. Petrović, M. Šimunić,
		9	ASSESSMENT OF POTATO VIRAL INFECTIONS VIA DAS-ELISA IN CROATIA	Marko Jurić, Ivana Novak,

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	Prof. Dr. Rajiv Mehta	1	DUAL PRODUCTION OF EICOSAPENTAENOIC ACID AND FUCOXANTHIN FROM COLD-RESILIENT DIATOM STRAINS	Aarav Kumar, Sneha Mehta, Raghav Sharma, Priya Verma
		2	BIOPROPHYLLAXIS OF SAPROLEGNIASIS IN INCUBATED CLARIAS GARIEPINUS EGGS USING PYOCYANIN EXTRACTED FROM PSEUDOMONAS AERUGINOSA	Dr. A. S. Kumar, Dr. R. N. Verma
		3	INNOVATIVE UAS APPLICATIONS FOR FOREST FIRE DETECTION AND 3D FUEL ASSESSMENT	Dr. Ravi Sharma, Arjun Singh
		4	RESEARCH TRENDS IN WILDFIRE MANAGEMENT PRACTICES IN MEDITERRANEAN CLIMATE ZONES	Aarav Singh, Prof. Dr. Meera Patel
		5	MICROBIAL CONTAMINANTS IN DRINKING WATER ACROSS DIFFERENT STATES OF INDIA	Dr. Anaya Sharma, Prof. Dr. Rajiv Mehta, Priya Singh
		6	ASSESSMENT OF MICROBIAL CONTAMINATION IN DRINKING WATER ACROSS VARIOUS REGIONS OF INDIA	Dr. Ramesh Kumar Patel, Dr. Anjali Sharma, Vikas Singh
		7	UNDERSTANDING FARMERS' ATTITUDES AND CAPABILITIES IN USING HOUSEHOLD SEWAGE SLUDGE AS ORGANIC FERTILIZERS FOR PERI-URBAN AGRICULTURE IN TASHKENT, UZBEKISTAN	Dr. Azamat Qodirov, Prof. Dr. Shahnoza Nurmatova, Dilshodbek Karimov, Dr. Saida Abdullaeva
		8	REGRESSION ANALYSIS OF CHLORODIFLUOROMETHANE (HCFC-142B) CONCENTRATION TRENDS USING THE LEAST SQUARES METHOD	Dr. Ahmadbek Iskandarov, Prof. Dr. Gulnara Yusupova, Riza Shodmonov, Elvira Makhmudova
		9	INVESTIGATION OF EPIGENETIC ALTERATIONS INDUCED BY ALPHA-PARTICLES IN DROSOPHILA MELANOGASTER	Dr. Zainab M. Biyasheva, Prof. Dr. Mukhtar Zh. Tleubergenov,

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
16 Kasım / November 16, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON I	Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL	1	CHALLENGES ENCOUNTERED IN PRODUCING COMPOSITE CRASH BOXES WITH DIFFERENT SECTIONAL GEOMETRY	Mechanical Eng. Zümray Araz Assoc. Prof. Dr. Ertan KÖSEDAĞ Lecturer Dr. Baran ERKEK
		2	DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR COMPOSITE TUBE PRODUCTION	Lecturer Dr. Baran ERKEK Assoc. Prof. Dr. Ertan KÖSEDAĞ
		3	PREDICTION OF TOOL WEAR IN THE TURNING OF 316L STEEL USING SOUND DATA WITH A 1D CNN MODEL	Dr. Öğr. Üyesi, SAVAŞ KOÇ Yüksek Müh. RAMAZAN İLENCİ
		4	DİZEL MOTORLARDA SİLİNDİR İÇİ TERMODİNAMİK SÜREÇLERİN (BASINÇ VE SICAKLIK DEĞİŞİMİ) PİSTON DEFORMASYONUNA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. MEHMET ÇELİK MUSA AVCI
		5	DİZEL MOTORLARDA GRAFIT NANOPARTİKÜL KATKISININ YANMA VERİMLİLİĞİ VE SİLİNDİR BASINCI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Prof. Dr. Mehmet ÇELİK Doç. Dr. Cihan BAYINDIRLI
		6	DETERMINATION OF MECHANICAL PERFORMANCE OF GLASS FIBER/POLYAMIDE-6/EPDM ELASTOMER HYBRID COMPOSITE	Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL Prof. Dr. KEMAL ERMIŞ
		7	IMPROVEMENT OF TRIBOLOGICAL PERFORMANCES OF POLYAMIDE ENGINEERING POLYMERS WITH SOLID LUBRICANT ADDITIVES	Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL Prof. Dr. KEMAL ERMIŞ
		8	Detection of Blossoms on Trees using Yolov8: Comparison of the Performance of Hyperparameters	Göksu TAŞ
		9	STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF DRILL MACHINE SPINDLE BASED ON ANSYS FOR TAPPING OPERATION	Muhammed DEMİREL Dr. Öğr. Üyesi Emir ESİM

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Dr, Ercan AYDOĞMUŞ	1	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF EPOXY-BASED COMPOSITE REINFORCED WITH SBA AND CoNiO-MWCNT NANOPARTICLES	Dr. Hakan ŞAHAL Dr. Ercan AYDOĞMUŞ
		2	HIGH-PERFORMANCE COMPOSITE MATERIALS IN ENGINEERING APPLICATIONS: DATA ANALYSIS AND OPTIMIZATION	Beyzanur ÇELİK Rumeysa ÇELİK Harun KÖK Ahmet Yusuf YUŞAN Mehmet Halid ERDİK Assoc. Prof. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ
		3	EFFECT OF ANTIOXIDANT ADDITIVES ON OXIDATION STABILITY OF LUBRICATING GREASES	Kübranınur AĞTOPRAK Dr. Uğur KARAASLAN
		4	EFFECTS OF NATURAL/SYNTHETIC GRAPHITES USED IN HOT FORGING PROCESSES ON LUBRICANT PERFORMANCE	BURAK KÖKSAL HANİFE GÜLEN TOM EBRU ERDOĞAN
		5	ALÜMİNA (Al ₂ O ₃) KÖPÜKLERDE GÖZENEK BOYUTU VE DAĞILIMININ ELASTİK MODÜLE ETKİSİ	Arş. Gör. Berkay GÜLTEKİN Dr. Öğr. Üyesi Cengiz Görkem DENGİZ Prof. Dr. Mevlüt GÜRBÜZ

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK	1	INNOVATIVE APPROACHES IN AGRICULTURAL PRODUCTION OF PAKISTAN	Researcher Maliha AFREEN Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI
		2	CHARACTERIZATION OF THE PROTEASE PRODUCER MUTANT <i>Bacillus sp.</i> ENZYME OBTAINED BY COMBINED MUTAGENESIS AND ITS POTENTIAL IN DIFFERENT INDUSTRIAL APPLICATIONS	Dr. Tuna KARAYTUĞ Prof. Dr. Burhan ARIKAN
		3	ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK GÖSTEREN PLEUROTUS OSTREATUS'UN FENOLİK VE FARKLI FRANKSİYONLARDAKİ YAĞ ASİDİ İÇERKLERİ	Senay Mataracı Hilal Acay
		4	<i>Beauveria bassiana</i> İZOLATLARININ <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande (Thysanoptera: Thripidae) ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ	Doç. Dr., ASİYE UZUN YİĞİT Prof. Dr., OZAN DEMİRÖZER

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
16 Kasım / November 16, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Doç. Dr. ELİF SAĞLIK	1	SÜRDÜRÜLEBİLİR PEYZAJ TASARIMLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM MALZEMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. ELİF SAĞLIK Yl. Öğr. SİNEM KARDELEN UĞUR Arş. Gör. MERVE TEMİZ TOPSAKAL
		2	DOĞAL BİTKİ TOPLULUKLARININ RESTORASYONU VE KENT EKOSİSTEMİNE ETKİSİ	Doç. Dr. ELİF SAĞLIK Yl. Öğr. ASLIHAN UYGÜN Arş. Gör. MERVE TEMİZ TOPSAKAL
		3	KÜLTÜREL MİRAS KAPSAMINDA TÜRK HAMAMLARININ MEKANSAL AÇIDAN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi SERDAR KASAP Doç. Dr. PARİSA GÜNEŞ Mimar GİZEM SERİ YEŞİL
		4	ÇOCUK OYUN ALANLARININ İNCELENMESİ; BİLECİK ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi SERDAR KASAP Doç. Dr. PARİSA GÜNEŞ Mimar GİZEM SERİ YEŞİL
		5	ASSESSMENT OF URBAN DRAINAGE PERFORMANCE AND DESIGN IMPROVEMENTS FOR STEEP UNDERPASS: A CASE STUDY OF DİYARBAKIR	DR, SEYHMUS TUMUR

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
16 Kasım / November 16, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Assoc. Prof. Dr. Fatih ÜNAL	1	OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİME GEÇİŞ ÇALIŞMALARINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLARIN ISM VE MICMAC İLE İNCELENMESİ	Endüstri Mühendisi, CANER ÇİL Profesör, GÜLŞEN AKMAN
		2	Adsorptive Removal of Hexavalent Chromium Using PVA/Halloysite Nanocomposite Films	Dr. Süleyman GÖKCE Associate Professor. F. Fulya TAKTAK
		3	TESİS YERLEŞİM PROBLEMİ ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI VE UYGULAMASI: TABU ARAMA, PITY BEETLE VE HARRIS HAWKS ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMLERİN KARŞILAŞTIRMASI	Özge ÇETİN DURLU Dr. Öğr. Üyesi, Fatma YEŞİM KALENDER ÖKSÜZ
		4	ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC PANEL EFFICIENCY FOR THE HEATING SEASON IN MERSIN PROVINCE: A COMPARISON OF DIFFERENT PERFORMANCE MODELS	Assoc. Prof. Dr. Fatih ÜNAL Assoc. Prof. Dr. Merve ŞENTÜRK ACAR Assoc. Prof. Dr. Bünyamin DEMİR
		5	EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC (PV) PANEL EFFICIENCY WITH DIFFERENT TILT ANGLES FOR MERSIN PROVINCE DURING THE HEATING SEASON	Assoc. Prof. Dr. Fatih ÜNAL Assoc. Prof. Dr. Merve ŞENTÜRK ACAR Assoc. Prof. Dr. Bünyamin DEMİR
		6	A MODEL-BASED ESTIMATION OF LANDFILL GAS FORMATION: A COMPARATIVE STUDY OF ODAYERİ AND KÖMÜRCÜODA LANDFILLS IN ISTANBUL	ORHAN SEVİMOĞLU
		7	SU KULLANAN BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDE YENİ TÜRBÜLATÖRLERİN ISI TAŞINIM KATSAYISI VE BASINÇ DÜŞÜŞÜNE ETKİSİ	Dr. İLKER FIRAT
		8	YENİ TİP TÜRBÜLATÖRÜN TERMAL PERFORMANS ANALİZİ	Dr. İLKER FIRAT

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
16 Kasım / November 16, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Assoc.Prof., Imran ASLAN	1	DATA AUGMENTATION FOR DETECTING RETINAL DISEASES IN OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IMAGES	Öğr. Gör. Dr. Hasan ZAN
		2	CANCER DETECTION FROM HISTOPATHOLOGICAL IMAGES USING COMPACT CONVOLUTIONAL TRANSFORMER	Öğr. Gör. Dr. Hasan ZAN
		3	APPLICATIONS OF CHATGPT IN HEALTHCARE	Assoc.Prof., Imran ASLAN
		4	EXPLORING THE RIGHT METHOD FOR ERGONOMIC RISK ASSESSMENT	Assoc.Prof., Imran ASLAN
		5	IMPACTS OF EXTREMELY LOW-FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON CELL VIABILITY FOLLOWING X-RAY THERAPY	Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ
		6	FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN EL BECERİSİ FARKLI GÖREV KOŞULLARI ALTINDA DEĞİŞİR Mİ?: PİLOT ÇALIŞMA	Arş. Gör. Dr. Aybüke Cansu KALKAN Fzt. İlayda GÜLEÇ Fzt. Hilal KAYA Fzt. Ecem AYDIN Dr. Öğr. Üyesi Yusuf EMÜK

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Prof. Dr. Malikbek Tashkentov,	1	TAXONOMIC INSIGHTS AND FAUNISTIC ASSESSMENT OF THE GENUS TRIASPIS HALIDAY, 1835 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: BRACHISTINAE) IN UZBEKISTAN	Dr. Zafarbek Khamidov, Ms. Nodira Murodova, Prof. Dr. Abdulazizbek Nuriddinov
		2	EXPLORATION OF BIODIVERSITY IN USEFUL PLANT FAMILIES IN UZBEKISTAN	Professor Azamatov Bahodir, Dr. Zainiev Dilshod, Assistant Professor Mirzaeva Sitora
		3	ECONOMIC IMPACT AND YIELD ASSESSMENT OF GRAFTED TOMATO VARIETIES USING SOLANUM TORVUM AS ROOTSTOCK	Dr. Azizbek Tursunov, Fatima Suyunova, Prof. Dr. Malikbek Tashkentov, Shahnoza Ismoilova
		4	QUANTITATIVE AND FOURIER TRANSFORM INFRARED ANALYSIS OF SAPONINS IN THREE PAKISTANI RUELLIA SPECIES: RUELLIA PROSTRATA, RUELLIA LINEARI-BRACTEOLATA, AND RUELLIA BIGNONIIFLORA	Dr. Aisha M. Khan, Prof. Dr. Ahmed R. Zafar, Dr. Sara L. Qureshi, Mr. Bilal S. Ahmed, Dr. Fatima Z. Malik
		5	DYNAMIC INTERACTIONS OF LEAF CARBON, NITROGEN, AND PHOSPHORUS WITH CLIMATIC INFLUENCES ACROSS DIVERSE ECOSYSTEMS	Dr. Amina Shah, Prof. Dr. Faisal Malik, Dr. Zara Khan
		6	COMPARATIVE ANALYSIS OF LEAF PHENOLOGY AND SEEDLING GROWTH IN QUERCUS SUBER L., QUERCUS CANARIENSIS WILLD., AND THEIR HYBRID QUERCUS AFARES POMEL	Dr. Aisha Khan, Prof. Dr. Bilal Ahmad, Ms. Sara Malik, Dr. Zainab Iqbal, Omar Raza, Dr. Asad Noor
		7	IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND SEMEN CHARACTERISTICS IN SAHIWAL BULLS	Dr. Aamir Hussain, Prof. Dr. Fatima Noor, Bilal Khan
		8	ASSESSMENT AND CLASSIFICATION OF HERITAGE TREES: A KENYAN PERSPECTIVE	Dr. Amani Ndungu, Prof. Dr. Jane Karanja, Mr. David Kamau
		9	EVALUATING THE CURRENT STATE AND FARMERS' PERCEPTIONS OF AGROFORESTRY IN NYERI, KENYA	Dr. J. Mwangi Prof. Dr. L. Karanja A. Ochieng Ms. S. Akinyi R. M. Ndung'u

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Prof. Dr. Aissatou Sow,	1	ASSESSING FOREST FIRE RISKS IN THE ABERDARE FOREST REGION OF KENYA: A REMOTE SENSING AND GIS APPROACH	Dr. Michael Waweru, Prof. Dr. Amani Kibera
		2	THE ROLE OF YOUTH IN THE CONSERVATION OF FORESTS AND PROTECTED AREAS IN SOUTH ASIA	Dr. Émilie Lefevre, Prof. Dr. Jean-Pierre Martin
		3	SEASONAL ASSESSMENT OF MINING IMPACT ON THE GASSELATI RIVER QUALITY IN LIMPOPO PROVINCE, SOUTH AFRICA	Dr. Amina M. Mohamed, Prof. Dr. Hassan K. Elhadi, Rania A. Ali
		4	INVESTIGATING TREE GROWTH FACTORS AFFECTING CARBON SEQUESTRATION AMID CLIMATE CHANGE CHALLENGES	Dr. A. S. Ndour, Prof. Dr. M. C. Sow
		5	COMPARATIVE ANALYSIS OF MECHANIZATION TECHNIQUES FOR WEED MANAGEMENT IN THE ARTIFICIAL REGENERATION OF FAGUS ORIENTALIS	Dr. Amadou Diouf, Prof. Dr. Aissatou Sow, Ibrahim Ndiaye
		6	SEASONAL IMPACTS ON TERMITE INFESTATION OF BEEKEEPING HIVES IN DAKAR, SENEGAL	Dr. M. B. Ndiaye, Prof. Dr. S. F. Diallo, A. T. Mbaye
		7	MATHEMATICAL MODELING OF FOREST RESOURCE DEPLETION: IMPACTS OF SYNTHETIC INDUSTRIES	Dr. Sophie Dupont, Prof. Dr. Julien Moreau, Clara Van der Meer
		8	NITROGEN DYNAMICS IN A FORESTED HEADWATER STREAM IN BELGIUM	Dr. Elise Dupont, Prof. Dr. Laurent Moreau, Dr. Amélie Gérard
		9	A COMPARATIVE STUDY OF LAND USE MANAGEMENT IN HOKKAIDO, JAPAN	Dr. Abebe Tadesse, Prof. Dr. Amina Gebre, Solomon Mulu

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Dr. Samuel Desta,	1	IMPACT OF MOLTEN BATH COMPOSITION ON HOT-DIP ALUMINIZING OF AISI 4140 STEEL	Dr. Samuel Desta, Prof. Dr. Amira Hailu
		2	CARBON-BASED COPPER OXIDE ELECTROCATALYST FOR ANODIC REACTIONS IN VANADIUM REDOX FLOW BATTERIES	Dr. Abebe Tadesse, Meskerem Admasu, Prof. Dr. Fikreab Tsegaye
		3	TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF WOOD-PLASTIC COMPOSITES AGAINST UNCOATED CEMENTED CARBIDE	Dr. Yared Tesfaye, Prof. Dr. Selamawit Kassa
		4	FIRST-PRINCIPLE ANALYSIS OF ELECTRONIC PROPERTIES AND DIELECTRIC RESPONSE OF ZNIN ₂ SE ₄ AND ZNIN ₂ TE ₄	Dr. Aarav S. Joshi, Prof. Dr. Neha K. Verma
		5	OPTIMIZATION OF TIRE VULCANIZATION PARAMETERS THROUGH TAGUCHI EXPERIMENTAL DESIGN	Dr. Amina Mbala, Prof. Dr. Thabo Ndlovu, Imani Kone
		6	ENHANCED PERFORMANCE OF ELECTROSTATIC FILTER MEMBRANES FOR ADVANCED FILTRATION APPLICATIONS	Dr. Amina Kamara, Prof. Dr. Idris Sow, Fatou Jallow
		7	GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES USING MORINGA OLEIFERA LEAF EXTRACT	Dr. Amina Mohammed, Prof. Dr. Kwame Nkrumah, Dr. Zainab El-Amin, Tunde Adewale
		8	UPCYCLING AUTOMOTIVE TEXTILE WASTE: DEVELOPMENT OF RECYCLED PET/PP BLENDS FOR FURNITURE EDGE BANDING APPLICATIONS	Dr. Amina Diallo, Prof. Dr. Malik Ndoeye, Fatou Bintou, Dr. Ousmane Sow

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	Prof. Dr. Mohammad Javad Sadeghi	1	INVESTIGATION OF AMMONIA ADSORPTION CHARACTERISTICS OF METAL CHLORIDE-ENHANCED COMPOSITE CARRIERS	Authors: Dr. Amina Diallo, Prof. Dr. Samuel Nkrumah, Ms. Fatoumata Keita
		2	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF PVA/MMT NANOCOMPOSITES FOR ENHANCED BIOMEDICAL APPLICATIONS	Dr. Amina Sylla, Prof. Dr. Idris Kamara, Dr. Fatoumata Diallo, Dr. Mamadou Ba,
		3	CHARACTERIZATION OF PRECIOUS AND SEMI-PRECIOUS STONES FROM THE BAM HISTORICAL CITADEL USING MICRO-RAMAN SPECTROSCOPY	Dr. Mohammad Reza Naderi, Prof. Dr. Sara Jalali, Nazli Darkhal
		4	EVALUATING THE EFFICIENCY OF MICROENCAPSULATED PHASE CHANGE MATERIALS IN FOOD PRESERVATION	Dr. Amir Hossein Sharifi, Fatemeh Nazari, Prof. Dr. Mohammad Reza Jafari
		5	CO2 RECOVERY FROM FLUE GAS AND ITS CONVERSION TO METHANOL THROUGH A THREE-STEP PROCESS	Dr. Amir Hossein Zare, Prof. Dr. Fatemeh Rahimi, Dr. Mohammad Javad Alizadeh,
		6	DEVELOPMENT OF ECO-FRIENDLY WOOD ADHESIVES USING MIMOSA TANNIN AND CORNSTARCH	Dr. Ahmad Reza Shams, Prof. Dr. Leyla Moradi, Fatemeh Jafari
		7	MECHANICAL CHARACTERIZATION OF DATE PALM FLOUR AND BIOPOLYPROPYLENE COMPOSITES COMPATIBILIZED WITH PP-G-IA	Dr. Ali Rezaei, Prof. Dr. Fatemeh Mohammadi, Dr. Amir Hossein Ghasemi, Prof. Dr. Mohammad Javad Sadeghi
		8		

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 16 Kasım / November 16, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 12	Prof. Dr. Marco Rossi,	1	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF A HIGH-EFFICIENCY HONEYCOMB CERAMIC HEATER WITH CONDUCTIVE COATING	Dr. Amir Hossein, Prof. Dr. Fatemeh Jafari, Ali Rezaei, Dr. Sara Mohammadi
		2	UTILIZATION OF ORGANIC SEMICONDUCTOR MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF FLEXIBLE PHOTOVOLTAIC DEVICES	Dr. Elena Petrova, Prof. Dr. Marco Rossi,
		3	DURABILITY ASSESSMENT OF RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES REINFORCED WITH FLAX FIBERS	Dr. Emma Jensen, Prof. Dr. Lukas Schmidt, Dr. Claudia Müller, Prof. Dr. Erik Van den Broeck
		4	IMPACT OF COMMONLY CONSUMED ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE INTEGRITY OF ORTHODONTIC COMPOSITE MATERIALS	Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marco Rossi
		5	ENHANCEMENT OF SILICON SOLAR CELL PERFORMANCE THROUGH OPTIMIZED ANTI-REFLECTIVE COATINGS	Dr. Emilia Novak, Prof. Dr. Lukas Müller, Janek Petrov
		6	INNOVATIONS IN CARBON MATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY SOLUTIONS	Dr. Elena Novak, Prof. Dr. Antonij Petrov,
		7	ENHANCING TENSILE STRENGTH AND DUCTILITY OF TANBHFRZRTI REFRACTORY HIGH ENTROPY ALLOYS THROUGH REVERSE ROLLING	Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marko Ivanovic, Dr. Anna Schmidt
		8		

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
17 Kasım / November 17, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Dr. Harun Özbey	1	THE EFFECT OF BREATHING EXERCISES ON CERTAIN PHYSIOLOGICAL PARAMETERS, SLEEP QUALITY AND VITALITY IN THE ELDERLY: RANDOMIZED CONTROLLED STUDY PROTOCOL	Res. Assist. Aysun ERDAL Prof. Dr. Naile BİLGİLİ
		2	SPORCULARDA KETOJENİK DİYETİN UYGULAMASININ İNCELENMESİ	Arş. Gör. Dr. GÜL EDA KILINÇ Arş. Gör. Dr. YELİZ VERGİ
		3	KADINLARDA BESLENME EĞİTİMİNİN PİŞİRME VE YİYECEK HAZIRLAMA BİLGİ DÜZEYİ İLE ALIŞKANLIKLARI ÜZERİNE ETKİSİ	Arş. Gör. Dr. YELİZ VERGİ Arş. Gör. Dr. GÜL EDA KILINÇ Prof. Dr. ALEV KESER
		4	BODY MASS INDEX AND SOCIAL MEDIA ADDICTION AS PREDICTORS OF HEDONIC HUNGER IN ADOLESCENTS	Dr. Harun Özbey Assoc. Prof. Dr. Yağmur Sezer Efe Prof. Dr. Meral Bayat
		5	EFFECTS OF QUERCETIN ON EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS	E. Ebru ONBAŞILAR Suzan YALÇIN
		6	EFFECT OF DIETARY <i>BACILLUS SUBTILIS</i> ON MEAT QUALITY CHARACTERISTICS IN BROILERS	E. Ebru ONBAŞILAR Suzan YALÇIN

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
17 Kasım / November 17, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK	1	<i>Anacyclus pyrethrum</i> : A RICH SOURCE OF BIOACTIVE COMPONENTS	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
		2	MEDICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF PRIMULA VULGARIS	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK Hanım Seval KAYA
		3	EFFECT OF Fisetin ON EGG YIELD AND QUALITY IN LAYING HENS	Suzan YALÇIN E.Ebru ONBAŞILAR
		4	EFFECT OF QUERCETIN ON CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY IN BROILERS	Suzan YALÇIN E. Ebru ONBAŞILAR
		5	EFFECT OF DIETARY <i>PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI</i> ON EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS	Sakine YALÇIN Suzan YALÇIN
		6	IMPORTANCE OF PERGA IN ANIMAL NUTRITION	Mert MAKNİK Sakine YALÇIN

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
17 Kasım / November 17, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	DOÇ. DR YILDIZ ATMACA	1	SUSTAINABILITY ACTIVITIES IN STRATEGIC PLANS: THE EXAMPLE OF THE WESTERN BLACK SEA UNIVERSITY ASSOCIATION	Öğr. Gör. Dr. Şeref MADEN Evrım TARTAN SELÇUK Doç. Dr. Gökhan KERSE
		2	Upwards Bullying: A Qualitative Study on Public Managers	Evrım TARTAN SELÇUK Öğr. Gör. Dr. Şeref MADEN Doç. Dr. Gökhan KERSE
		3	İDAREDE HESAP VEREBİLİRLİK; HESAP VERME SORUMLULUĞU BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME	DOÇ. DR YILDIZ ATMACA
		4	KURUMSAL ETİK YÖNETİMİN PEKİŞMESİNDE İYİ YÖNETİŞİM	DOÇ. DR YILDIZ ATMACA
		5	FROM FANO TO THE GLOBAL CITY: THE POSSIBILITY OF CHILD-FRIENDLY CITIES IN THE NEOLIBERAL AGE	Dr. BALKIR UYSAL
		6	The Effect of Health Literacy Level on Ambivalence towards Childhood Vaccines Considered as a Public Health Problem	Doç. Dr. Fuat YALMAN Prof. Dr. Yalçın KARAGÖZ
		7	The Effect of Thermal Health Tourism Destination Satisfaction on Revisit Intention: An Application on Thermal Tourists	Prof. Dr. Yalçın KARAGÖZ Doç. Dr. Fuat YALMAN
		8	ANALYZING THE CONCEPT OF PERSON AS A MORAL AGENT	Assoc. Prof. İbrahim Bor

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 17 Kasım / November 17, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Prof. Dr. Mustafa İNCE	1	AN EXAMINATION OF STATE TERRORISM IN THE CONTEXT OF ETHNIC SEPARATIST TERRORISM: AN EVALUATION OF THE EAST TURKESTAN CASE FROM THE PERSPECTIVE OF INTERNATIONAL MEDIA PUBLISHING IN TURKEY	Cihad YÜCER Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL
		2	COMPARİSON OF NETFLİX AND TABİİ DİGİTAL PLATFORMS İN TERMS OF CAPİTAL SOURCES AND SOCIETAL MESSAGES	Musa Arslan Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL
		3	SERİ KATİL VİDEOLARI ÜZERİNE ELEŞTİREL BİR ANALİZ: YOUTUBE ÖRNEĞİ	Prof. Dr. Mustafa İNCE Öğr. Gör. Olgun KÜÇÜK
		4	SİNEMADA HIV/AIDS HAKKINDA BİLGİLENDİRME: 'DALLAS BUYERS CLUB' FİLMİ	Öğr. Gör. Olgun KÜÇÜK Prof. Dr. Mustafa İNCE
		5	INSTAGRAM AS A PROFESSIONAL TOOL: ANALYSİS OF SOCIAL MEDIA PRACTICES OF INFLUENCER PHYSICIAN IN TÜRKİYE	Res. Asst., Gökçen ÇELİKER Prof. Ece UĞURLUOĞLU ALDOĞAN
		6	THE CAUSALITY RELATIONSHIP BETWEEN NUMBER OF COVID-19 CASES AND DEATHS CAUSED BY COVID-19 AND PRIVATE HEALTH INSURANCE DEMAND IN TÜRKİYE	Res. Asst., Gökçen ÇELİKER Prof. Ece UĞURLUOĞLU ALDOĞAN

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 17 Kasım / November 17, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Assoc. Prof. SANVER ÖZGÜVEN	1	THE VISUAL CONSTRUCTION OF INSTITUTIONS OF THE REPUBLIC OF TURKEY: İHAP HULUSİ GÖREY	Dr. Research Assistant Elif AŞCI
		2	ROCK ARTS (PETROGLYPHS) DETECTED IN KARS PROVINCE DURING SURVEYS	Arş. Gör. Dr. Burak BİNGÖL
		3	İLLÜSTRASYONDA DENEYSELLİK FAKTÖRÜ VE ARDIŞIK SANATA ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Gökçe Dilay ŞENGÜN Doç. Dr.,Dizar Ercivan ZENCİRCİ
		4	WESTERNIZATION PERIOD TURKISH EMBROIDERY ART	Dr. Öğretim Üyesi Ebru Yıldırım
		5	SIMILARITIES AND DIFFERENCES BETWEEN THE TOWER OF PISA AND THE MINARET OF HARPUT GRAND MOSQUE	Dr. Öğretim Üyesi Ebru Yıldırım
		6	THE USE OF RHINO 3D IN CERAMIC DESIGN: AN ANALYSIS OF CLAYOO AND PANELING TOOLS PLUGINS	Assoc. Prof. SANVER ÖZGÜVEN

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Prof. Dr. Elchin Mammadov	1	ANALYZING KEY FACTORS INFLUENCING CLIENT SATISFACTION IN CONSULTING ENGINEERING FIRMS	Ling Zhang, Prof. Dr. Kenji Nakamura, Akira Yamamoto
		2	DEVELOPMENT OF AI-DRIVEN PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR ENHANCING EQUIPMENT RELIABILITY	Dr. Kenji Nakamura, Prof. Dr. Mei Ling Chen, Dr. Hyun Soo Park
		3	DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT TASK MANAGEMENT SYSTEM USING AI TECHNOLOGIES	Dr. Leyla Mammadova, Prof. Dr. Farid Aliyev, Dr. Elchin Guliyev
		4	INNOVATIVE APPROACHES FOR CAPTURING SUBCONSCIOUS CONSUMER INSIGHTS IN E-COMMERCE	Dr. Elvin Aliyev, Prof. Dr. Leyla Mammadova, Aysel Huseynova
		5	CONTRACTOR SELECTION IN CONSTRUCTION PROJECTS USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	Dr. Leyla Aliyeva, Prof. Dr. Elchin Mammadov
		6	FRAMEWORK FOR ENHANCING QUALITY CULTURE IN ALGERIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Dr. Ahmed Benali, Prof. Dr. Fatima Zahra, and Mr. Samir Khaled
		7	ENHANCING INSTITUTIONAL EFFECTIVENESS: THE STRATEGIC IMPORTANCE OF WORKFORCE BUDGETING IN FINANCIAL	Dr. Samira El Amrani, Prof. Dr. Ahmed Bouziane, Fatima Zahra Laaroussi
		8	EXAMINING URBANIZATION AND INCOME INEQUALITY IN ALGERIA	Dr. Amina Benali, Prof. Dr. Khalid Ziani, Fatima Zahra Lala
		9		
		10		

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Prof. Dr. Noraida Mustaffa,	1	CROSS-CULTURAL DYNAMICS AND INNOVATION: INSIGHTS INTO CHINESE FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN ALGERIA	Dr. Ahmed Bensaid, Prof. Dr. Leila Nasr, Dr. Farid Touati
		2	EVALUATING THE INFLUENCE OF MARITIME TRANSPORT ON ECONOMIC GROWTH IN MALAYSIA	Dr. Ahmad Zainal, Prof. Dr. Noraida Mustaffa, Eng. Firdaus Rahman
		3	CROSS-CULTURAL COLLABORATIONS AND INNOVATION: ANALYZING CHINESE FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN MALAYSIA	Dr. Siti Nurhaliza, Prof. Dr. Ahmad Faizal, Dr. Zainal Abidin
		4	KEY DETERMINANTS OF COST OVERRUN IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECTS IN MALAYSIA	Dr. Ahmad Z. Ismail, Prof. Dr. Nurul H. Rashid, Eng. Farhan K. Ali
		5	THE EFFECTS OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE REAL ESTATE SECTOR	Dr. Mihai Ionescu, Prof. Dr. Elena Popescu, Andreea Vasilescu
		6	ASSESSING THE IMPACT OF CHINESE FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN AFRICA: ETHICAL AND CULTURAL DIMENSIONS	Dr. Amina Nkosi, Professor Michael Adebayo, Dr. Lindiwe Tshabalala
		7	ENHANCING OPERATIONAL EFFICIENCY THROUGH LEAN METHODOLOGIES IN AFRICAN INDUSTRIES	Dr. Amina O. Kone, Prof. Dr. Samuel T. Ndung'u, Dr. Zainab I. Moyo
		8	EXPLORING LEAN METHODOLOGIES IN CONSTRUCTION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	Dr. Aisha Mwangi, Prof. Dr. Samuel Ndungu, Grace Ochieng
		9	EXPLORING THE METHODOLOGICAL FRAMEWORK OF ISLAMIC ECONOMICS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES	Prof. Dr. Idris Karamoko

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Prof. Dr. Antonio R. Delos Reyes,	1	ENHANCEMENT OF LITERACY SKILLS THROUGH A PROPOSED MODULE FOR BAYBAYIN INSTRUCTION	Dr. Elena Marie J. Cruz, Prof. Dr. Antonio R. Delos Reyes,
		2	ENHANCING ADULT EDUCATION INITIATIVES TO COMBAT FEMALE GENITAL MUTILATION AND ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	Dr. Maria Santos, Prof. Dr. Juanita Reyes, Carlos Delgado
		3	ENHANCING LITERACY COMPETENCIES THROUGH AN INNOVATIVE MODULE FOR JAVANESE SCRIPT INSTRUCTION	Rina S. Aditya, Prof. Dr. Hendra Y. Santosa, and Ms. Maya P. Pramesti
		4	EMOTIONAL INFLUENCES ON STUDENT LEARNING AND ACADEMIC PERFORMANCE	Dr. Aisha Abdulaziz, Prof. Dr. Oluwaseun Bamidele, Mr. Dapo Kehinde
		5	INNOVATIVE APPROACHES IN SMART LEARNING SYSTEMS FOR MUSIC EDUCATION	Dr. Elena Vasilaki, Prof. Dr. Dimitris Kourouklis, Dr. Sofia Christodoulou
		6	THE ROLE OF URBAN ART IN FOSTERING REFLECTIVE PRACTICES IN EDUCATION	Dr. Alain M. Ngoy, Prof. Dr. Celestine T. Mbuyi, Ms. Amani N. Kalu
		7	ENHANCING INTERDISCIPLINARY APPROACHES IN EDUCATION: A FOCUS ON MATHEMATICS	Dr. Jean-Pierre Monga, Prof. Dr. Mireille Ngalula, Claude Makaya
		8	ENHANCING MATHEMATICAL UNDERSTANDING THROUGH ORIGAMI: A CASE STUDY	Dr. Fatma Al-Masri, Prof. Dr. Ahmed El-Sayed
		9	DECENTRALIZED ASSIGNMENT MANAGEMENT SYSTEM UTILIZING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY	Dr. Ahmed Farouk, Prof. Dr. Sara Mahmoud, Nour El-Sayed, Dr. Khaled Hassan Prof. Dr. Fatima Zohra

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Assoc. Prof. Aibek Shakirov,	1	EXPLORING THE EFFECTS OF INADEQUATE TEACHER-STUDENT INTERACTIONS ON CHRONIC ABSENTEEISM IN SECONDARY SCHOOLS OF BANGLADESH	Dr. Rina Bhatia, Prof. Anwar Hossain, Asif Rahman
		2	UNDERSTANDING MOTIVATIONAL FACTORS IN ENGLISH LANGUAGE ACQUISITION: A STUDY AT A BELGIAN UNIVERSITY	Dr. Elise Dubois, Prof. Henri Martin, Laura Petit
		3	ENHANCING PROGRAMMING EDUCATION THROUGH AN INNOVATIVE COLLABORATIVE LEARNING MODEL	Authors: Dr. Annelies Vermeulen, Prof. Thomas Devries Joris Van Dyck
		4	EVALUATING THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON ASSESSMENT PRACTICES IN HIGHER EDUCATION	Dr. Amina Rahimi, Prof. Jamil Azizi, Ms. Fatima Mohseni
		5	INFLUENCE OF NON-PARENTAL EARLY CHILDHOOD EDUCATION ON VIRTUAL FRIENDSHIP DYNAMICS	Dr. Aigerim Tulegenova, Assoc. Prof. Aibek Shakirov, and Nurlan Askarov
		6	INFLUENCE OF NON-PARENTAL EARLY CHILDHOOD EDUCATION ON VIRTUAL FRIENDSHIP DYNAMICS	Dr. Aigerim Tulegenova, Assoc. Prof. Aibek Shakirov, and Nurlan Askarov
		7	THE IMPACT OF SUCCESS EXPECTATION ON STUDENT PERFORMANCE IN SUMMATIVE ASSESSMENTS	Prof. Ivana Petrovic, and Ana Kovač
		8	STRATEGIC FRAMEWORK FOR DIGITAL CONTENT MANAGEMENT: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Dr. Ivan Petrov, Ms. Hana Kovač, Prof. Luka Jurić,

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	Assoc. Prof. Dr. Luka Kovač,	1	THE ROLE OF NARRATIVE IN FOSTERING EMOTIONAL INTELLIGENCE AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS	Dr. Maria Rossi, Prof. Luca Verdi
		2	EVALUATING LEARNING ENHANCEMENT IN FREE-FALL MOTION THROUGH PRIOR CONCEPT UTILIZATION	Dr. Andrei Ionescu, Prof. Elena Popescu, Radu Mihai
		3	ENHANCING READING COMPREHENSION THROUGH INTEGRATED INSTRUCTIONAL MODELS	Dr. Anjali Sharma, Prof. Ramesh Patel, Dr. Priya Mehta
		4	ENHANCING THE BIOMEDICAL ENGINEERING COMMUNITY THROUGH OUTREACH INITIATIVES IN INDIA	Dr. Aditi Sharma, Prof. Rohan Mehta, Sneha Gupta, Dr. Vikram Singh, Priya Joshi
		5	ENHANCING UNIVERSITY ACCESS FOR STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS: REFLECTIONS ON TEACHER TRAINING	Assoc. Prof. Dr. Luka Kovač, Ana Petrić
		6	EXPLORING TEACHER LEADERSHIP IN CLASSROOM INTERACTIONS: A LIFEWORLD PERSPECTIVE	Prof.Dr. Ana Petrovic, Maja Kovač
		7	EXPLORING THE CHARACTERISTICS OF EFFECTIVE, EXCEPTIONAL, AND INSPIRATIONAL EDUCATORS	Prof. Dr. Marko Petrovic, Jela Kralj
		8	EVALUATING SECONDARY SCHOOL CURRICULA FOR ENHANCING STUDENTS' QUALITY OF LIFE	Dr. Eva Dvořáková, Petr Šebek, Bc. Anna Svobodová,
		9	INNOVATIVE APPROACHES TO DIGITAL LEARNING IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL EDUCATION	Prof. Martina Horakova, Klara Dvorak, Dr. Eva Zelenkova

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 12	Dr. Adnan Mujkić,	1	VISUAL NARRATIVES IN CHILDREN'S LITERATURE: EMOTIONAL IMPACT AND EDUCATIONAL POTENTIAL	Amir Dervišević, Prof. Selma Husić, Dr. Kenan Avdić
		2	VISUAL PERCEPTION OF ONLINE MARKETING STRATEGIES BY INTERNATIONAL STUDENTS AT A BOSNIAN UNIVERSITY	Authors: Dr. Adnan Mujkić, Prof. Dr. Lejla Husić, and Fatima Delić
		3	EVALUATING THE IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON STUDENT ENGAGEMENT IN ENGLISH LANGUAGE LEARNING	Dr. Luca Rossi, Prof. Dr. Maria Bianchi, Giulia Conti
		4	EXPLORING STUDENTS' COMMUNICATION ANXIETIES AND EVALUATION CHALLENGES IN ONLINE SPEECH ACTIVITIES	Dr. Alessandro Rossi, Prof. Maria Verdi, and Luca Bianchi
		5	EXPLORING THE TRANSITION OF ITALIAN CHILDREN FROM KINDERGARTEN TO PRIMARY SCHOOL: A QUALITATIVE STUDY	Dr. Alessandro Rossi, Elena Bianchi, Dr. Marco Verdi
		6	ASSESSING EDUCATOR CULTURAL PROFICIENCY: A STUDY OF THREE LOCAL PRIMARY SCHOOLS	Dr. Amina El-Hamidi, Youssef Bensalem, Fatima Zahra Idrissi
		7	EVALUATING THE INFLUENCE OF INTRODUCTORY TECHNOLOGY COURSES ON STEM MAJOR CHOICES	Dr. Amina El Haddad, Prof. Dr. Khalid Bouchara, Fatima Zahra Benali

ICSHSR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ICHEAS 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ART MODERN 8th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 15 - 17, 2024 ROME				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
17 Kasım / November 17, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 13	Assoc. Prof. Dr. Amina Suleiman,	1	ENHANCING MULTIVARIABLE CALCULUS LEARNING THROUGH AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES	Dr. Ahmed Al-Saad, Dr. Layla Farhan, Dr. Samir Khaled
		2	RETHINKING THE CRIMINALIZATION OF HOMELESSNESS: INNOVATIVE APPROACHES AND THE IMPLEMENTATION OF JAMAICA'S HOPE COURT	Dr. Marcus Johnson, Leila Grant, Ms. Talia Brown
		3	ECONOMIC IMPACT ASSESSMENT OF TOURISM: A COMPREHENSIVE FRAMEWORK	Dr. Janelle Smith, Prof. Marcus Hinds, Dr. Alex Thompson
		4	THE PARADOX OF EMPOWERMENT: ANALYZING THE ROLE OF GOSSIP IN FEMALE AGENCY	Dr. Amina Bouazizi, Prof. Dr. Sami Ben Ali
			EXAMINING THE SEXIST BEHAVIORS OF MANAGERS TOWARDS FEMALE EMPLOYEES: A STUDY IN CATERING BUSINESSES	Dr. Gültekin Gürçay
		5	ADDRESSING HUMAN RIGHTS VIOLATIONS AGAINST HEALTHCARE WORKERS IN TUNISIA: A POLICY PERSPECTIVE	Dr. Samira Ben Ali, Prof. Khaled Elhadi, Dr. Fatima Zohra Mansour, Dr. Aymen
		6	FAITH-BASED RESPONSES TO HUMANITARIAN CRISES: THE ROLE OF THE ANGLICAN CHURCH DURING THE BIAFRAN CONFLICT	Professor Adebayo Ogunleye, Dr. Chiamaka Ijeoma, Yetunde Alabi
		7	EXPLORING THE ROCK ART OF THE NORTHERN REGION: SITES OF NSUKKA, NIGERIA	Dr. Chijioke Okafor, Assoc. Prof. Dr. Amina Suleiman, and Dr. Ifeoma Nwosu
8	CINEMATIC NARRATIVES OF DISPLACEMENT: A STUDY OF MEMORY REPRESENTATION IN BANGLADESHI AND INDIAN FILMS	Dr. Amina Rahman, Prof. Haris Chowdhury, and Mr. Anik Hasan		

Contents

IMPORTANCE OF PERGA IN ANIMAL NUTRITION.....	1
MDS HASTALIĞININ AML'YE DÖNÜŞÜMÜNDEKİ ETKİN GENLERİN ARAŞTIRILMASI	8
GEBELİK DÖNEMİNDE CİNSEL SAĞLIK VE HEMŞİRELİK BAKIMI	16
TEKRARLAYAN GEBELİK KAYBI OLAN KADININ JOHNSON'IN DAVRANIŞSAL SİSTEM MODELİ'NE GÖRE İNCELENMESİ: OLGU SUNUMU	24
SEZARYEN İLE DOĞUM YAPAN KADINLARDA SOSYAL DESTEK VE PSİKOLOJİK DAYANIKLIK: EMZİRME ÜZERİNE ETKİLERİ	39
POSTMENOPOZAL KADINLARDA CİNSEL İŞLEV BOZUKLUKLARI VE HEMŞİRELİK BAKIMI	44
YENİDOĞAN ANNELERİNE VERİLEN SAĞLIK EĞİTİMLERİNİN MATERNAL BAĞLANMAYA ETKİLERİNİN İNCELENDİĞİ HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	55
YENİDOĞANLARDA MATERNAL BAĞLANMAYI DESTEKLEYEN HEMŞİRELİK UYGULAMALARI	62
ELUCIDATING THE ANTICANCER EFFECTS OF CABAZITAXEL AND QUERCETIN ON HSA-MIR-646 LEVELS AND DNA METHYLTRANSFERASES IN PROSTATE CANCER.....	71
Pranic Healing Based on Rogers' Theory: Pain Reduction in Pediatric Venipuncture	80
Hydroxychloroquine in COVID -19 diseases: What points of controversy? A mini-review.....	81
ASSESSMENT OF ANTIMONY CONCENTRATIONS IN BOTTLED WATER SOLD IN THE TLEMEN Region	82
KURKUMİN VE OBEZİTE	83
SAĞLIKLI GEZEĞEN SAĞLIKLI İNSAN: GEZEĞEN SAĞLIĞI.....	91
KAFEİNİN SPORCULARDAKİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ.....	102
SPORCULARDA METİLASYON DÖNGÜSÜNÜN ÖNEMİ	110
STABILITY OF A RATIO-DEPENDENT PREY-PREDATOR MODEL WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT TIME DELAY	118
LYAPUNOV-BASED STABILITY ANALYSIS OF TWO-SPECIES COMPETITIVE INTERACTIONS MODELED BY DIFFERENCE EQUATIONS	127
INVERSE NODAL PROBLEM FOR DIFFUSION OPERATOR	136
DIABETIC NEUROPATHIC PAIN MANAGEMENT	145
COMFORT AND ITS IMPORTANCE IN NURSING PRACTICE	153
SPIRITUAL CARE IN CANCER PATIENTS	158
TEACHING TECHNOLOGIES AND MATERIAL DESIGN IN PATIENT EDUCATION	168
DEPREM VE SAĞLIK; GÖÇMENLERİN AFET SONRASI YAŞADIĞI ZORLUKLAR VE SAĞLIK DURUMLARI.....	174
SAĞLIK OKURYAZARLIK VE KRONİK HASTALIK YÖNETİMİ	188
SAĞLIK ÇALIŞANLARININ MOBBİNG VE İŞ TATMİNİ DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: META ANALİZ ÇALIŞMASI.....	199

TEDAVİ GÖREN BİREYLERİN YAKINLARININ ANKSİYETE VE DEPRESYON DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: META ANALİZ ÇALIŞMASI.....	207
CHALLENGES ENCOUNTERED IN PRODUCING COMPOSITE CRASH BOXES WITH DIFFERENT SECTIONAL GEOMETRY	216
DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR COMPOSITE TUBE PRODUCTION	222
1D CNN MODELİ KULLANARAK 316L ÇELİĞİN TORNALAMASINDA TAKIM AŞINMASININ SES VERİLERİNDEN TAHMİN EDİLMESİ	229
DİZEL MOTORLARDA GRAFİT NANOPARTİKÜL KATKISININ YANMA VERİMLİLİĞİ VE SİLİNDİR BASINCI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	240
DİZEL MOTORLARDA SİLİNDİR İÇİ TERMODİNAMİK SÜREÇLERİN (BASINÇ VE SICAKLIK DEĞİŞİMİ) PİSTON DEFORMASYONUNA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ.....	247
DETERMINATION OF MECHANICAL PERFORMANCE OF GLASS FIBER/POLYAMIDE-6/EPDM ELASTOMER HYBRID COMPOSITE.....	258
IMPROVEMENT OF TRIBOLOGICAL PERFORMANCES OF POLYAMIDE ENGINEERING POLYMERS WITH SOLID LUBRICANT ADDITIVES	267
Detection of Blossoms on Trees using Yolov8: Comparison of the Performance of Hyperparameters	275
High-Performance Composite Materials in Engineering Applications: Data Analysis and Optimization	288
Synthesis and Characterization of Epoxy-Based Composite Reinforced with SBA and CoNiO-MWCNT Nanoparticles	306
EFFECT OF ANTIOXIDANT ADDITIVES ON OXIDATION STABILITY OF LUBRICATING GREASES .	317
EFFECTS OF NATURAL/SYNTHETIC GRAPHITES USED IN HOT FORGING PROCESSES ON LUBRICANT PERFORMANCE	327
ALÜMİNA (Al ₂ O ₃) KÖPÜKLERDE GÖZENEK BOYUTU VE DAĞILIMININ ELASTİK MODÜLE ETKİSİ	335
KOMBİNE MUTAGENEZ İLE ELDE EDİLEN PROTEAZ ÜRETİCİSİ MUTANT <i>Bacillus</i> sp. ENZİMİNİN KARAKTERİZASYONU VE FARKLI ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDAKİ POTANSİYELİ.....	344
ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK GÖSTEREN <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> 'UN FENOLİK VE FARKLI FRANKSİYONLARDAKİ YAĞ ASİDİ İÇERKLERİ	346
<i>Beauveria bassiana</i> İZOLATLARININ <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande (Thysanoptera: Thripidae) ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ.....	347
DOĞAL BİTKİ TOPLULUKLARININ RESTORASYONU VE KENT EKOSİSTEMİNE ETKİSİ	355
SÜRDÜRÜLEBİLİR PEYZAJ TASARIMLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM MALZEMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	368
KÜLTÜREL MİRAS KAPSAMINDA TÜRK HAMAMLARININ MEKANSAL AÇIDAN İNCELENMESİ ...	383
ÇOCUK OYUN ALANLARININ İNCELENMESİ; BİLECİK ÖRNEĞİ.....	391
KENTSEL DRENAJ SİSTEMLERİ KAPSAMINDA YÜKSEK EĞİMLİ ALT GEÇİTLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TASARIM ÖNERİLERİ	404
DİYARBAKIR ÖRNEĞİ	404

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİME GEÇİŞ ÇALIŞMALARINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLARIN ISM VE MICMAC İLE İNCELENMESİ	406
ADSORPTIVE REMOVAL OF HEXAVALENT CHROMIUM USING PVA/HALLOYSITE NANOCOMPOSITE FILMS	420
TESİS YERLEŞİM PROBLEMİ ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI VE UYGULAMASI: TABU ARAMA, PITY BEETLE VE HARRIS HAWKS ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMLERİN KARŞILAŞTIRMASI	433
EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC (PV) PANEL EFFICIENCY WITH DIFFERENT TILT ANGLES FOR MERSİN PROVINCE DURING THE HEATING SEASON	447
ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC PANEL EFFICIENCY FOR THE HEATING SEASON IN MERSİN PROVINCE: A COMPARISON OF DIFFERENT PERFORMANCE MODELS	454
A MODEL-BASED ESTIMATION OF LANDFILL GAS FORMATION: A COMPARATIVE STUDY OF ODAYERI AND KÖMÜRÇÜODA LANDFILLS IN İSTANBUL	462
SU KULLANAN BİR İSİ DEĞİŞTİRİCİDE YENİ TÜRBÜLATÖRLERİN.....	469
İSİ TAŞINIM KATSAYISI VE BASINÇ DÜŞÜŞÜNE ETKİSİ	469
YENİ TİP TÜRBÜLATÖRLERİN TERMAL PERFORMANS ANALİZİ.....	480
COMPACT CONVOLUTIONAL TRANSFORMER İLE HİSTOPATOLOJİK GÖRÜNTÜLERDEN KANSER TESPİTİ.....	492
OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDEN RETİNA HASTALIKLARININ TESPİTİ İÇİN VERİ ARTIRIMI.....	500
EXPLOING THE APPROPRIATE ERGONOMIC RISK ASSESSMENT METHOD.....	509
APPLICATIONS AND POTENTIAL RISKS OF CHATGPT IN HEALTHCARE.....	521
IMPACTS OF EXTREMELY LOW-FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON CELL VIABILITY FOLLOWING X-RAY THERAPY.....	533
FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN EL BECERİSİ FARKLI GÖREV KOŞULLARI ALTINDA DEĞİŞİR Mİ?: PİLOT ÇALIŞMA	537
THE EFFECT OF BREATHING EXERCISES ON CERTAIN PHYSIOLOGICAL PARAMETERS, SLEEP QUALITY AND VITALITY IN THE ELDERLY: RANDOMIZED CONTROLLED STUDY PROTOCOL	541
KADINLARDA BESLENME EĞİTİMİNİN PİŞİRME VE YİYECEK HAZIRLAMA BİLGİ DÜZEYİ İLE ALIŞKANLIKLARI ÜZERİNE ETKİSİ	556
SPORCULARDA KETOJENİK DİYETİN UYGULAMASININ İNCELENMESİ.....	578
EFFECT OF DIETARY <i>BACILLUS SUBTILIS</i> ON MEAT QUALITY CHARACTERISTICS IN BROILERS	587
EFFECTS OF QUERCETIN ON EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS.....	592
EFFECT OF FİSETİN ON PERFORMANCE AND MEAT QUALITY IN BROILERS	596
EFFECT OF QUERCETIN ON CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY IN BROILERS	600
EFFECT OF DIETARY <i>PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI</i> ON EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS.....	605
<i>Anacyclus pyrethrum</i> : A RICH SOURCE OF BIOACTIVE COMPONENTS.....	610
MEDICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF <i>PRIMULA VULGARIS</i>	621



Enhancing Sustainability through Adaptive System Architectures 627

Establishing a Comprehensive Assessment Framework for Building Component Sustainability
..... 628

Adaptive Resilient Architecture: Strategies for Flood Mitigation 629

Between Tadao Ando and Charles Correa: An 'Affinitarian' Architectural Inquiry 630

Strategic Approaches to Financing Affordable Housing in Emerging Asian Economies" 632

Rethinking Architecture for a Sustainable Future: Integrative Approaches in the Age of Climate
Crisis 633

Design Recommendations for Inclusive Housing to Meet Diverse Accessibility Needs..... 634

Assessment of Fire Hazards Associated with Fuel Stations and Land-Use Planning
Considerations in Chiang Mai, Thailand..... 635

Reinterpreting Perspective: The Revival of Spatial Representation in Renaissance Italy 636

Evaluating Peak Demand Projections for Office Buildings Utilizing eQUEST..... 637

Influencing Factors for Adopting Sustainable Construction Practices in Asian Residential
Development 639

Adapting Spatial Design to Pandemic Challenges: A Framework for Future Resilience 640

The Rise of Construction Syndicates in South Africa: Consequences for the Construction Sector
..... 641

Strategies for Achieving Energy Sustainability in Modern Enterprises 642

Funding Sustainable Initiatives: A Study on Crowdfunding for Eco-Friendly Projects in Azerbaijan
..... 643

Pathways to Achieving Net Zero Energy in Office Spaces: A Retrofit Case Study for Tropical
Climates 644

Analysis of Electron Density Anomalies in Energy Metabolism Enzymes 645

Utilization of Artificial Intelligence for Identifying Potential Biomarkers in Breast Cancer 646

Development of a Biomimetic Saltwater Battery Utilizing Electrochemical Properties of
Biological Systems 647

Enhancing Gene Name Detection from Biological Pathway Illustrations Using Siamese Networks
..... 648

Framework for Assessing Information Dynamics in Living Organisms..... 649

Impact of Silver Nanoparticles on rRNA Maturation Genes in *Saccharomyces cerevisiae* 650

Assessment of *Arcobacter* and *Helicobacter pylori* Contamination in Fresh Organic Vegetables:
A Cultural and Molecular Approach..... 651

Accelerated Data Processing for Single-Cell Chromatin Accessibility Using High-Throughput
Sequencing..... 652

Integrating Semantic Lexical Insights into CNN Architecture for Diagnosing Pediatric Diseases
..... 653

Dynamics of Lagrangian Coherent Structures in the Wake of Swimming Nematodes 654



The Fundamental Principles of Evolutionary Forces: Gene Engineering through Synthetic Evolutionary Intelligence.....	655
Radioprotective Properties of Silver Nanoparticles Derived from <i>Chlorophytum borivillianum</i> against Gamma Radiation-Induced Testicular Damage in Swiss Albino Mice.....	656
Impact of Vermicompost from Cow Manure Treated with Beetle Larvae and Worm Species on Agricultural Yield	657
Phylogenetic Analysis of <i>Nymphaea</i> Species Based on 18S rDNA Sequences	658
Assessment of Potato Viral Infections via DAS-ELISA in Croatia	659
Dual Production of Eicosapentaenoic Acid and Fucoxanthin from Cold-Resilient Diatom Strains	660
Bioprophylaxis of Saprolegniasis in Incubated <i>Clarias gariepinus</i> Eggs Using Pyocyanin Extracted from <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	661
Innovative UAS Applications for Forest Fire Detection and 3D Fuel Assessment	662
Research Trends in Wildfire Management Practices in Mediterranean Climate Zones	663
Microbial Contaminants in Drinking Water Across Different States of India	664
Assessment of Microbial Contamination in Drinking Water Across Various Regions of India....	665
Understanding Farmers' Attitudes and Capabilities in Using Household Sewage Sludge as Organic Fertilizers for Peri-Urban Agriculture in Tashkent, Uzbekistan.....	666
Regression Analysis of Chlorodifluoromethane (HCFC-142b) Concentration Trends Using the Least Squares Method	667
Investigation of Epigenetic Alterations Induced by Alpha-Particles in <i>Drosophila melanogaster</i>	668
Taxonomic Insights and Faunistic Assessment of the Genus <i>Triaspis</i> Haliday, 1835 (Hymenoptera: Braconidae: Brachistinae) in Uzbekistan	669
Exploration of Biodiversity in Useful Plant Families in Uzbekistan	670
Economic Impact and Yield Assessment of Grafted Tomato Varieties Using <i>Solanum torvum</i> as Rootstock	671
Quantitative and Fourier Transform Infrared Analysis of Saponins in Three Pakistani <i>Ruellia</i> Species: <i>Ruellia prostrata</i> , <i>Ruellia linearibracteolata</i> , and <i>Ruellia bignoniiflora</i>	672
Dynamic Interactions of Leaf Carbon, Nitrogen, and Phosphorus with Climatic Influences Across Diverse Ecosystems	673
Comparative Analysis of Leaf Phenology and Seedling Growth in <i>Quercus suber</i> L., <i>Quercus canariensis</i> Willd., and Their Hybrid <i>Quercus afares</i> Pomel.....	674
Impact of Physical Activity on Reproductive Performance and Semen Characteristics in Sahiwal Bulls	675
Assessment and Classification of Heritage Trees: A Kenyan Perspective	676
Fungal Pathogens Impacting the Decline of <i>Acacia nilotica</i> and <i>Eucalyptus camaldulensis</i> in Kenya.....	677



Assessing Forest Fire Risks in the Aberdare Forest Region of Kenya: A Remote Sensing and GIS Approach 678

The Role of Youth in the Conservation of Forests and Protected Areas in South Asia 679

Seasonal Assessment of Mining Impact on the Ga-Selati River Quality in Limpopo Province, South Africa 680

Investigating Tree Growth Factors Affecting Carbon Sequestration Amid Climate Change Challenges..... 681

Comparative Analysis of Mechanization Techniques for Weed Management in the Artificial Regeneration of *Fagus orientalis* 682

Seasonal Impacts on Termite Infestation of Beekeeping Hives in Dakar, Senegal 683

Mathematical Modeling of Forest Resource Depletion: Impacts of Synthetic Industries 684

Nitrogen Dynamics in a Forested Headwater Stream in Belgium 685

A Comparative Study of Land Use Management in Hokkaido, Japan..... 686

Impact of Molten Bath Composition on Hot-Dip Aluminizing of AISI 4140 Steel 687

Carbon-Based Copper Oxide Electrocatalyst for Anodic Reactions in Vanadium Redox Flow Batteries 688

Tribological Performance of Wood-Plastic Composites Against Uncoated Cemented Carbide 689

First-Principle Analysis of Electronic Properties and Dielectric Response of $ZnIn_2Se_4$ and $ZnIn_2Te_4$ 690

Optimization of Tire Vulcanization Parameters through Taguchi Experimental Design 691

Enhanced Performance of Electrostatic Filter Membranes for Advanced Filtration Applications 692

Green Synthesis and Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles Using *Moringa oleifera* Leaf Extract 693

Upcycling Automotive Textile Waste: Development of Recycled PET/PP Blends for Furniture Edge Banding Applications..... 694

Investigation of Ammonia Adsorption Characteristics of Metal Chloride-Enhanced Composite Carriers..... 695

Development and Characterization of PVA/MMT Nanocomposites for Enhanced Biomedical Applications..... 696

characterization of Precious and Semi-Precious Stones from the Bam Historical Citadel Using Micro-Raman Spectroscopy..... 697

Evaluating the Efficiency of Microencapsulated Phase Change Materials in Food Preservation 698

CO₂ Recovery from Flue Gas and Its Conversion to Methanol through a Three-Step Process .. 699

Development of Eco-Friendly Wood Adhesives Using Mimosa Tannin and Cornstarch..... 700

Mechanical Characterization of Date Palm Flour and Biopolypropylene Composites Compatibilized with PP-g-IA..... 701



Development and Characterization of a High-Efficiency Honeycomb Ceramic Heater with Conductive Coating.....	702
Durability Assessment of Recycled Polypropylene Composites Reinforced with Flax Fibers....	703
Galactose-Modified Zinc Oxide Nanoparticles: A Novel Approach to Drug Delivery with Reduced Zinc Ion Release	704
Utilization of Organic Semiconductor Materials in the Development of Flexible Photovoltaic Devices.....	705
Impact of Commonly Consumed Acidic Beverages on the Surface Integrity of Orthodontic Composite Materials	706
Enhancement of Silicon Solar Cell Performance through Optimized Anti-Reflective Coatings.	707
INNOVATIVE APPROACHES IN AGRICULTURAL PRODUCTION OF PAKISTAN	708
STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF DRILL MACHINE SPINDLE BASED ON ANSYS FOR TAPPING OPERATION.....	719
GENÇLERDE POSTÜR DEĞERLENDİRMESİNDE MOBİL UYGULAMA KULLANIMI: TOPLUM TEMELLİ ÇALIŞMA TAVSİYESİ	737
TORAKOTOMİ GEÇİREN HASTALARDA ABDOMİNAL BÖLGE YAĞLANMANIN DİZ AĞRISI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	745
BODY MASS INDEX AND SOCIAL MEDIA ADDICTION AS PREDICTORS OF HEDONIC HUNGER IN ADOLESCENTS.....	755

IMPORTANCE OF PERGA IN ANIMAL NUTRITION

Mert MAKNIK

The Graduate School of Health Sciences, Ankara University, Ankara, Turkey.

Email: mert.maknik1@gmail.com

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-4833-5294>

Prof.Dr. Sakine YALÇIN

Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Ankara, Turkey.

Email: sayalcin@ankara.edu.tr

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0001-8640-2729>

ABSTRACT

Perga, also known as beebread, is a valuable natural supplement derived from fermented pollen in beecolonies. It is rich in essential nutrients like proteins, amino acids, vitamins (particularly B and C), minerals, and enzymes. This nutrient-dense profile makes perga an ideal additive for animal diets, particularly in livestock and poultry nutrition, as it enhances sheal than productivity. Studies suggest that perga can improve animals' immune function, digestive health, and growth performance due to its prebiotic and antioxidant properties. In poultry, for instance, perga supplementation has been linked to better weight gain, improved feed conversion rates, and enhanced meat quality. Similarly, in livestock such as cattle and sheep, perga can positively impact digestion and nutrient absorption, resulting in better growth rates and overall health. These benefits are largely attributed to perga's role in balancing gut microbiota and providing essential nutrients that might otherwise be lacking in conventional feed. Moreover, perga is a sustainable supplement option, as it comes from natural sources and aligns with eco-friendly practices in animal husbandry. In summary, perga is an important dietary additive that contributes to improved health, productivity, and welfare in animals, making it a valuable addition to modern animal nutrition practices.

Keywords: Perga, Additive, Animal, Nutrition

INTRODUCTION

In recent years, there has been an increasing use of herbal and natural compounds as antibiotic alternatives, aiming to increase both the performance and immunological defense of livestock. The European Union's ban on antibiotics in animal feed has led to an increase in research aimed at finding alternative substances that can safely improve animal health and growth (Simonova et al., 2024). Products such as honey, pollen, propolis, royal jelly and bee venom are obtained from beekeeping activities. These products are used in the treatment of many diseases among the public. Today, the practice called apitherapy is accepted as a complementary and supportive treatment in the medical world because it is based on the results of long-term scientific research and the understanding of natural treatment. Honeybee products; honey, pollen, royal jelly, bee venom, propolis, perga and apilarnil are widely used in animal health in different application forms, doses and compositions (Topal et al., 2015). These products, which have been investigated for many effects such as antibacterial, antiviral, anticarcinogenic, antioxidant and antirheumatic, have recently attracted attention in animal nutrition.

Bee products are natural products such as nectar, flower pollen and resin secreted by the bees through glands (poison, beeswax and royal jelly) or collected and processed by bees. In recent years, research trends towards bioactive molecules of natural origin have led to an increase in studies on bee products such as honey, propolis, royal jelly, perga and bee pollen. Perga is a unique bee product that is little known because until a few years ago, beekeepers did not know the appropriate method of collecting this product without destroying the hive. The process of making perga by bees begins with the collection of pollen from flowers, which is then mixed by bees with nectar or honey and saliva containing digestive enzymes. At this stage, the pollen from the flowers is stored in the pollen basket on the bee's hind legs and carried to the hive. Here, the non-flying bees fill the hive cells with a mixture of bee pollen and honey. Then, a thin layer of beeswax is added to protect the mixture from oxygen. Anaerobic lactic fermentation takes place and perga is obtained. Lactic fermentation makes perga more digestible and enriched with new nutrients. Studies on the chemical composition of perga have shown that it generally consists of water, protein, free amino acids, carbohydrates, fatty acids and other bioactive molecules. Perga contains high amounts of enzymes; the most important of which are amylase, invertase, phosphatase, transferase and glucose oxidase. Invertase and glucose oxidase are produced in the hypopharyngeal glands and are added by bees to complete the maturation process of honey. Some enzymes, such as catalase and phosphatase, come from nectar, honeydew or pollen. Enzyme cofactors such as biotin, glutathione and NAD have also been found in perga. These enzymes can convert high molecular weight compounds into other low molecular weight molecules such as polysaccharides and proteins. This makes perga more digestible than bee pollen (Bakour et al., 2022).

Perga contains approximately 24-35% carbohydrates, 30% protein, 5% lipids, and 4% vitamins and minerals. Perga contains high levels of free amino acids, vitamin K, and easily digestible sugar (Bakour et al., 2021; Ceksteryte and Jansen, 2012; Nagai et al., 2004; Salazar and Diaz, 2016; Su et al., 2002). Perga contains the most potassium from minerals, followed by calcium and phosphorus. Perga is also rich in iron (121.99 mg/kg) and zinc (44.09 mg/kg) (Stanciu et al., 2009). The amount and content of phenolic compounds found in perga show significant differences. This is because the origin of the flower sources of the analyzed pollens is different. In order to evaluate the effects of perga on the concentration and bioactive properties of bioactive compounds, solvents such as methanol, ethanol, hexane or water are tested for the preparation of extracts (Carpes et al., 2007; Markiewicz et al., 2013).

Keyvan et al. (2023) aimed to evaluate Turkish perga in terms of total phenolic content, antiradical and antimicrobial activity against *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella Typhimurium* in their study. The total phenolic content of perga was found to be 24.45 ± 3.75 g GAE/mg. DPPH assay results showed that the water-soluble extract of perga (1 mg/mL) had a radical scavenging activity of $3.40 \pm 2.99\%$. It also showed antibacterial effects on *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella Typhimurium* at different concentrations (6.25 to 25 mg/mL).

STUDIES CONDUCTED WITH PERGA

The benefits of perga on liver function and blood parameters in chronic hepatitis patients were shown in the study conducted by Čeksterytė et al. (2012). The results showed that perga helps

regulate lipid metabolism and has a positive effect on the immune system of patients with chronic arthritis, cardiovascular diseases and type 2 diabetes.

The normal consumption level of perga for humans is 500 mg/day. Therefore, this level has been taken as a basis in most studies. Perga (500 mg/kg/day) used in rats induced by high-fat diet significantly reduced Lee obesity index, total cholesterol, low-density lipoprotein, fatty acid synthase activity, atherogenic index, oxidized LDL and malondialdehyde levels and significantly increased antioxidant activities such as superoxide dismutase and glutathione peroxidase (Othman et al., 2020).

Suleiman et al. (2022) administered 500 mg/kg body weight of perga mixed with pure water to Sprague Dawley rats with induced obesity by oral gavage every day for 6 weeks. At the end of the trial, it was shown that perga had a therapeutic effect against oxidative stress, inflammation, and apoptosis in the testicles in obese rats.

In the study of Li et al. (2021) on induced hyperlipidemia in rats, they concluded that perga, given at doses of 80 mg/kg, 400 mg/kg and 800 mg/kg according to body weight via oral gavage, had a positive effect on rat lipid metabolism depending on the dose and that perga is a lipid metabolic regulator for hyperlipidemia.

Doğanyığıt et al. (2020) reported that perga (100 and 200 mg/kg body weight/day) used in rats induced by obesity with a high-fat diet improved lipid peroxidation caused by obesity and perga was shown to reduce the number of apoptotic cells. Perga application (200 mg/kg/day) had positive effects on weight control. Doğanyığıt et al. (2018) showed that perganin (100 and 200 mg/kg/day) used for 4 weeks in rats induced by obesity with a high-fat diet reduced IL-6 expression in the stomach.

In a 10-week study conducted by Capcarova et al. (2019), perganin (700 mg/kg body weight) used daily by oral gavage in diabetic fatty rats positively affected glucose metabolism and water intake and was shown to play an important role in the treatment of hyperglycemia and other disorders in diabetes.

It has been reported that Morocca perga positively affects brain, liver and kidney biochemical and histological parameters in rats induced with titanium dioxide nanoparticles (Bakour et al., 2021). In the study, it was noted that perga has a very important protective effect against metabolic and histological disorders.

Markiewicz et al. (2013) used the ethanol extract of perga at doses of 10, 20, 30, 50 and 100 µg/ml in a study they conducted to determine the effect of perga on glioblastoma cells. The antioxidant effect of perga extract depends not only on phenolic compounds but also on non-phenolic antioxidants. It was recorded that perga ethanolic extract has cytotoxic activity on U87MG cells.

Elghouzi et al. (2021) showed in their study that bee pollen used after ethylene glycol was given to rats reduced calcium, phosphate, protein, uric acid and crystals in urine, increased urine volume and urine magnesium, and had nephroprotective, antiurolithiasis and hepatoprotective activities. Since perga has higher nutritional value, digestibility and functionality than pollen, it is aimed to increase the positive effects on urine, blood and kidney tissue in rats.

Interleukin (IL)-4, IL-1a, granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF), IL-1b and IL-10 factors were determined as factors related to urinary inflammation, as they correctly

distinguished the group with urinary stones from the control group. These factors affect the functions of renal macrophages ($M\phi$) and neutrophils. Renal macrophages have two main poles, mainly inflammatory (M1) and anti-inflammatory (M2). M2- $M\phi$ activity is an important stone formation prevention factor in humans (Okado et al., 2019).

In a study investigating the use of perga extract as a feed additive in mother goats during the lactation period (Farag et al., 2021), milk yield and composition yield performance, growth performance and immune status of kids, it was shown that animals fed with perga extract at concentrations of 2.5 and 5.0 ml/day as an additive during the critical period of lactation months can have a positive effect on the yield performance, milk yield and growth rate of kids.

In the study (Simonova et al., 2024) investigating the effects of perga supplementation on egg laying performance, egg shell chemical composition and serum biochemical parameters of Japanese quails, 45 female quails were used. Adding 0.6% perga to the diet significantly reduced TAG levels without affecting egg laying performance. Adding 0.6% perga caused a significant decrease in Pb, Cd levels in the egg shell compared to the group supplemented with 0.2% perga. Inclusion of bee bread in the diet affected antioxidant activity as well as polyphenols and flavonoids. The results show that the effect of perga is dose dependent. In the study of Awad et al. (2013) in which they tried to determine the effect of perga supplementation to the diet of local Sinai hens during the laying period in summer conditions on laying performance, egg quality, hatchability performance characteristics, blood parameters and serum components as well as nutrient digestibility coefficients and economic yield, a total of 150 Sinai hens aged 24 weeks were divided into five groups to investigate the effect of perga supplementation as a growth promoter and antioxidant substance at levels of 0, 0.5, 1.0 and 1.5 g/kg. Positive control was supplemented with 250 mg ascorbic acid/kg. It was reported that perga can be used in chicken diets up to 1.5 g perga/kg to improve laying performance, egg quality, hatchability characteristics and nutrient digestibility coefficients as well as economic productivity of Sinai hens, as a growth promoter and natural antioxidant, without any negative effect on the vitality of the hens.

Another study demonstrated the potential of perga in reducing the progression of atherosclerosis in obese mice following a 0.5 g/kg treatment regimen for 6 weeks (Othman et al., 2022). In a rat model of chronic inflammation, bee bread administration increased anti-inflammatory cytokines (IL-4, IL-10, and IL-1RA) while attenuating pro-inflammatory cytokines (IL-6, TNF- α , and IL-1 β) (Kösedağ et al., 2023).

In a study in diabetic rats, perga showed positive effects on glycemia, indicating potential for the treatment of hyperglycemia and management of diabetes-related disorders (Capcarova et al., 2019). In a rat study, perga administration attenuated obesity-induced lipid peroxidation and positively affected body weight regulation (Doğayığit et al., 2020).

In obese male rats, perga exhibited therapeutic effects against oxidative stress and inflammation in testicular tissues, offering a potential avenue for obesity management (Suleiman et al., 2022).

Preventive or ameliorative effects of perga on obesity-related muscle pathology have been observed, and its potential to suppress energy intake for obesity management has been suggested (Eleazu et al., 2021).

Perga treatment in obese diabetic rats has shown promise in improving lipid disorders and bone morphology (Martiniakova et al., 2021). A study investigating the effects of perga on serum

lipid profiles in alloxan-induced diabetic rats revealed positive improvements in blood lipids (Bello et al., 2023).

Cytotoxicity study (Dervişoğlu et al., 2022) revealed that perga has moderate activity against cancer cells (EBB, A549, DU 145 and SH-SY5Y) .

A study investigating the effects of perga on MDA-MB231 breast cancer cells and its co-administration with Doxorubicin and Cisplatin revealed reduced cytotoxicity and inhibited cancer cell migration (Caner et al., 2021). Perga administration for 12 weeks exhibited hepatoprotective effects against fatty liver disease associated with metabolic dysfunction in rats (Zakaria et al., 2021).

CONCLUSION

Bees combine pollen with honey and digestive enzymes fermented with lactic acid to obtain a very valuable product, perga. Beekeeping efforts can bring this valuable product to the market as a nutraceutical human food and dietary supplement. Perga has a significant content of proteins, vitamins and phenolic compounds that act as natural antioxidants. The regional flora deeply affects the perga components found in the colonies. In the future, it will be very important to examine the classification of nutritional and biological activities of perga according to their botanical and geographical origins, contribute to perga standardization, and develop innovative approaches to increase the bioavailability of perga.

REFERENCES

- Awad AL, Beshara MM, Ibrahim AF, & Fahim HN (2013). Effect of using bee bread as a natural supplement on productive and physiological performance of local Sinai hens. *Egyptian Poultry Science Journal*, 33, 4, 889-913.
- Bakour M, Laaroussi H, Ousaaid D, El Ghouizi A, Es-Safi I, Mechchate H & Lyoussi B (2022). Bee bread as a promising source of bioactive molecules and functional properties: an up-to-date review. *Antibiotics*, 11, 2, 203.
- Bakour M, Hammas N, Laaroussi H, Ousaaid D, Fatemi HE, Aboulghazi A, Soulo N & Lyoussi, B (2021). Moroccan bee bread improves biochemical and histological changes of the brain, liver, and kidneys induced by titanium dioxide nanoparticles. *BioMed Research International*, 2021, 1, 6632128.
- Bello M, Umar ZU, Mainasara A. S, Akuyam SA, Dallatu MK, Oduola T, Yeldu MH, Tambuwal BU, Okafor PA, Abubakar U, Ibrahim Y, Maiturare HM & Hassan B. A. (2023). Effects of Bee Bread on Serum Lipid Profile in Alloxan Induced Diabetic Female Rats. *Journal of Advances in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 25, 10, 41-46.
- Martiniakova M, Blahova J, Kovacova V, Babikova M, Mondockova V, Kalafova A., Capcarova M & Omelka R (2021). Bee bread can alleviate lipid abnormalities and impaired bone morphology in obese zucker diabetic rats. *Molecules*, 26, 9, 2616.

- Caner A, Onal M. G, & Silici, S (2021). The effect of bee bread (Perga) with chemotherapy on MDA-MB-231 cells. *Molecular Biology Reports*, 48(3), 2299-2306.
- Capcarova M, Kalafova A, Schwarzova M, Schneidgenova M, Prnova M. S, Svik K, Slovak L, Kisska P, Kovacik A & Brindza J (2020). Consumption of bee bread influences glycaemia and development of diabetes in obese spontaneous diabetic rats. *Biologia*, 75, 705-711.
- Carpes ST, Begnini R, Alencar SMD, & Masson ML (2007). Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciência e agrotecnologia*, 31, 1818-1825.
- Čeksterytė V, & Jansen E.H (2012). Composition and content of fatty acids of various floral origin beebread collected in Lithuania and prepared for storage in different. *Chemical Technology*, 60, 2, 57-61.
- Dervişoğlu G, Çobanoğlu D. N, Yelkovan S, Karahan D, Çakır Y, & Koçyiğit S (2022). Comprehensive study on beebread: palynological analysis, chemical composition, antioxidant and cytotoxic activities. *International Journal of Secondary Metabolite*, 9, 2, 166-177.
- Doğanyığıt Z, Yakan B, Soylu M, Kaymak E, & Silici S (2020). The effects of feeding obese rats with bee bread on leptin and ghrelin expression. *Turkish Journal of Zoology*, 44, 2, 114-125.
- Eleazu C, Suleiman JBA, Othman Z, Zakaria Z, Nna VU, & Mohamed M (2021). Effect of bee bread on some biochemical parameters and skeletal muscle histology of high-fat diet-induced obese Sprague-Dawley rats. *Journal of Food Biochemistry*, 45, 2, e13626.
- Elghouzi A, Al-Waili N, Elmenyiy N, Elfetri S, Aboulghazi A, Al-Waili A, & Lyoussi B (2022). Protective effect of bee pollen in acute kidney injury, proteinuria, and crystalluria induced by ethylene glycol ingestion in rats. *Scientific Reports*, 12, 1, 8351.
- Farag ME, Helmy AA, & El-Nimer AM (2021). Effect of using bee bread extract as feed additives on digestibility and productive performance of maternal goats during suckling period. *Egyptian Journal of Applied Science*, 36, 2, 1-20.
- Keyvan N, Usluer MS, Kaya MM, Kahraman HA, Tutun H, & Keyvan E (2023). Total phenolic content, antibacterial and antiradical properties of bee bread from Turkey. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 8, 2, 125-129.
- Kosedag M, & Gulaboglu M (2023). Pollen and bee bread expressed highest anti-inflammatory activities among bee products in chronic inflammation: An experimental study with cotton pellet granuloma in rats. *Inflammopharmacology*, 31, 4, 1967-1975.
- Li Z, Huang Q, Liu Y, Peng C, & Zeng Z (2021). Natural bee bread positively regulates lipid metabolism in rats. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 7, 266-271.
- Markiewicz-Żukowska R, Naliwajko S. K, Bartosiuk E, Moskwa J, Isidorov V, Soroczyńska J, & Borawska M. H (2013). Chemical composition and antioxidant activity of beebread, and its influence on the glioblastoma cell line (U87MG). *Journal of Apicultural Science*, 57, 2, 147-157.

Nagai T, Nagashima T, Myoda T, & Inoue R (2004). Preparation and functional properties of extracts from bee bread. *Food/nahrung*, 48, 3, 226-229.

Okada A, Ando R, Taguchi K, Hamamoto S, Unno R, Sugino T, Tanaka Y, Mizuno K, Tozawa K, Kohri K & Yasui T (2019). Identification of new urinary risk markers for urinary stones using a logistic model and multinomial logit model. *Clinical and Experimental Nephrology*, 23, 710-716.

Othman Z. A, Zakaria Z, Suleiman J. B, Jalil N. A. C, Ghazali W. S. W, & Mohamed M (2022). Bee bread attenuates the progression of atherosclerosis by activating Nrf2/Keap1 and modulating TNF- α /NF- κ B-associated mast cell migration and a mitochondrial-dependent apoptotic pathway in the obese rat model. *Food & Function*, 13, 15, 8119-8130.

Salazar-González C, & Díaz-Moreno C (2016). The nutritional and bioactive aptitude of bee pollen for a solid-state fermentation process. *Journal of Apicultural Research*, 55, 2, 161-175.

Simonova N, Kalafova A, Dupak R, Schneidgenova M, Hanusova E, Hrnecar C, Hascik P, Gren A, Goc Z, Kapusta E & Capcarova M (2024). Impact of bee bread supplementation on Japanese quails: laying performance, eggshell chemical composition and serum biochemistry. *Biologia*, 1-8.

Su CG, Judge TA, & Lichtenstein GR (2002). Extraintestinal manifestations of inflammatory bowel disease. *Gastroenterology Clinics*, 31, 1, 307-327.

Suleiman JB, Mohamed M, Abu Bakar AB, Zakaria Z, Othman ZA, & Nna VU (2022). Therapeutic effects of bee bread on obesity-induced testicular-derived oxidative stress, inflammation, and apoptosis in high-fat diet obese rat model. *Antioxidants*, 11, 2, 255.

Stanciu OG, Mărghitaş LA, & Dezmirean D (2009). Macro-and Oligo-Mineral Elements from Honeybee-Collected Pollen and Beebread Harvested from Transylvania (Romania). *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies*, 66.

Topal E, Yücel B, & Kösoğlu M (2015). Arı Ürünlerinin Hayvancılık Sektöründe Kullanımı. *Hayvansal Üretim*, 56, 2, 48-53.

Zakaria Z, Othman ZA, Suleiman JB, Che Jalil NA, Ghazali WSW, Nna VU, & Mohamed M (2021). Hepatoprotective effect of bee bread in metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MAFLD) rats: Impact on oxidative stress and inflammation. *Antioxidants*, 10, 12, 2031.

MDS HASTALIĞININ AML'YE DÖNÜŞÜMÜNDEKİ ETKİN GENLERİN ARAŞTIRILMASI

Öğr.Gör.Dr, Gözde Öztan ¹

¹ İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı,
gozdeoztan@istanbul.edu.tr – ORCID: 0000-0002-2970-1834

ÖZET

Amaç: Miyelodisplastik sendromlar (MDS), periferik kan sitopenileri ve akut miyeloid lösemiye (AML) dönüşüm riskinin artmasıyla karakterize heterojen bir miyeloid bozukluktur. Çalışmamızda, MDS'nin AML'ye dönüşümünde etkin rol oynayan genlerin biyoinformatik veritabanları üzerinden belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: GeneCards veritabanı üzerinden MDS ve AML ile bağlantılı genler tespit edildi. Devamında Bioinformatics & Evolutionary Genomics veritabanı aracılığıyla MDS ve AML ile ilişkili ortak olan genler Venn şemasıyla belirlendi.

Bulgular: GeneCards veritabanı üzerinden MDS ile ilişkili 23 gen, AML ile ilişkili 71 gen tespit edildi. Genlerle hastalık arasındaki bağlantı düzeyini veren uygunluk puanı her iki hastalıkta da 90 üzeri olarak alındı. Daha sonra tespit edilen bu genlerden Bioinformatics & Evolutionary Genomics veritabanı aracılığıyla MDS ve AML ile ilişkili 8 ortak gen (*NBN*, *WT1*, *TP53*, *PTEN*, *PTPN11*, *NF1*, *CREBBP*, *ATM*) olduğu belirlendi.

Tartışma: Genetik değişimler, MDS ve AML için en önemli prognostik belirteç olarak kabul edilmektedir. *WT1* mutasyonu ve *CREBBP* alterasyonları, AML'li hastalarda kötü prognostik biyobelirteç olarak kullanılmaktadır. *P53* mutasyonlu MDS ve AML, kötü sonuçlara sahip belirgin bir miyeloid bozukluk grubunu oluşturmaktadır. *PTEN* gen ekspresyonundaki anormallikler MDS ve AML'nin patogenezinde rol oynamaktadır. *PTPN11* mutasyonu AML'de kötü tedavi yanıtıyla, *ATM* DNA metilasyonu ise, MDS'li hastalarda kötü prognoz ve lösemiye dönüşümüyle ilişkilidir. Düşük *NF1* seviyesine sahip AML'li hastaların MDS'li hastalara kıyasla önemli ölçüde daha uzun bir tam remisyon süresi olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak çalışmamız neticesinde, MDS ve AML için prognostik öneme sahip ortak genlerin belirlenmesiyle, bu iki hastalığın prognozunun ve tedaviye yanıt süreçlerinin takibi açısından büyük önem taşıyacağı görüşünü paylaşmaktayız.

Anahtar Kelimeler: MDS, AML, genler, veritabanı

1. GİRİŞ

Miyelodisplastik sendromlar (MDS), miyelodisplastik neoplazmalar olarak da bilinir, akut miyeloid lösemiye (AML) dönüşüm riski artmış klonal hematopoietik kemik iliği bozuklukları grubudur. MDS, miyeloid soylarda displazi ve etkisiz hematopoez ile karakterizedir ve genellikle AML ile bir spektrum oluşturmaktadır. MDS'den AML'ye ilerleme nadir değildir ancak artmış miyeloblastlara sahip alt tiplerde görülme olasılığı daha yüksektir ve daha az olasıdır (1). MDS ve sekonder AML hücreleri, kromatin modifikasyonu, DNA metilasyonu, RNA eklemesi, kohezin kompleksi, transkripsiyon faktörleri, hücre sinyali ve DNA hasarı dahil olmak üzere birçok aynı gen ve işlevsel kategoride mutasyonlar barındırmaktadır ve bunların bir hastalık sürekliliği olduğunu doğrulamaktadır. MDS ve sekonder AML'deki mutasyona uğramış genlerin sıklığındaki farklılıklar, mutasyon ediniminin ilerleme sırasında rastgele olmadığını göstermektedir. Hemen hemen her durumda, hastalık ilerlemesi, tipik olarak benzersiz bir mutasyon setine sahip bir alt klonun genişlemesi veya ortaya çıkmasıyla tanımlanan klonal evrimle ilişkilidir. Tümör yükünü ve klonal evrimi dizileme kullanarak izlemek, tümör yükünü hafife alan patlama sayısını kullanmaya göre avantajlar sağlamaktadır ve klinik bozulmadan önce hastalık ilerlemesinin erken tespitine olanak tanıyabilmektedir (2). AML, genellikle AML gelişimini ve ilerlemesini destekleyen kimerik füzyon genleri oluşturan tekrarlayan kromozomal yeniden düzenlemelerin varlığıyla tanımlanmaktadır. Bu füzyonlar tanısal, prognostik ve bazı durumlarda klinik yönetimi yönlendiren öngörücü biyobelirteçlerdir. Bu sınıf II değişiklikleri, genellikle hematopoietik progenitör hücrelerin farklılaşmasını engellemeye yarayan transkripsiyon faktörlerini içermektedir ve bu hücreler daha sonra diğer yollarda, genellikle tirozin kinaz veya RAS'ta işbirliği yapan mutasyonlara sahiptir ve bunlar progrowth yolağı mutasyonlarıdır(3). Nükleofosmin 1'deki (*NPM1*) mutasyonlar, genetik olarak tanımlanmış bu AML gruplarının en büyüğünü temsil etmektedir ve AML'lerin %30'unu oluşturmaktadır. *NPM1*, histon şaperonlaşmasında, ribozom biyogenezinde, sentrozom duplikasyonunda ve DNA hasarı tepkisinde rol oynayan çok işlevli bir proteindir. *NPM1*-mutant AML, *NPM1*'in sitoplazmaya nükleer ihracatını ve bunun sonucunda *HOXA*, *HOXB* genleri ve *MEIS1* dahil olmak üzere kök hücre gen imzasının aşırı ekspresyonunu gerektirmektedir(4).

Wilms tümör geni 1 (*WT1*) AML'de aşırı ifade edilmektedir ve birkaç in vitro çalışma, *WT1*'in yukarı ve aşağı düzenlenmesiyle lösemik hücre büyümesinin modülasyonunu göstermiştir. Nüks sırasında *WT1*'in yeniden ifade edilmesi, genin lösemik sağ kalımda patofizyolojik bir rolü olduğunu göstermektedir. In vitro çalışmalar, MDS patogenezinde bile bir rol olduğunu belirleyerek, Azasitidin ayrıca mezenkimal kök hücrelerin proinflamatuvar sitokin üretimini azalttığını göstermektedir(5). Tümör proteini 53 (*TP53*), insan kanserlerinde en sık mutasyona uğrayan gendir. Ubiquitin-ligazlar *MDM2/MDMX* tarafından düzenlenmektedir ve translasyon sonrası modifikasyonlara uğramaktadır. *TP53*'ün inaktivasyonu, neoplastik dönüşümde merkezi bir rol oynamaktadır ve zayıf prognozun bir göstergesidir. *TP53* mutasyonlarının tespiti, prognoz ve mevcut tedavi seçeneklerini optimize etmek için önemlidir. Fakat, *TP53* mutasyonları MDS'li ve AML'li hastalarda kötü prognoza yol açmaktadır ve şu anda mutasyona uğramış klonu ortadan kaldırmak için spesifik hedefli tedaviler mevcut değildir(6).

Fosfataz ve tensin homologu (*PTEN*), fosfoinozitol 3-fosfat (PI3K) ve protein kinaz B (AKT) sinyallemesini düzenleyen lipid sinyalleme ara maddesi olan fosfatidilinositol (3,4,5)-trifosfatın (PIP3) bir fosfatazıdır. Mutasyonlar, delesyonlar veya promotör metilasyonu yoluyla *PTEN* aktivitesinin kaybı sıklıkla katı tümörlerde ve hematolojik malignitelerde bulunmaktadır. *PTEN* genindeki mutasyonlar AML hastalarında nadiren görülsede, *PTEN* ekspresyonu genellikle bu hastalarda aşağı regüle edilmektedir. Ayrıca, *PTEN*, refrakter/relaps AML'li yaşlı hastalarda bir biyobelirteç olarak kabul edilmektedir. Siklik adenozin monofosfat tepki

elementi bağlayıcı protein (*CREBBP*) geni kromozom 16p13'te bulunmakta ve transkripsiyonel düzenleme ve hücre döngüsü kontrolünde rol oynayan aynı adı taşıyan bir histon asetiltransferazı kodlamaktadır. t(8;16) (p11;p13) [KAT6A::CREBBP] translokasyonu, CREBBP'nin bozulmasına ve transkripsiyon kontrolünde önemli bir diğer gen olan *KAT6A* ile füzyonuna neden olmaktadır. Bu füzyon lökomogenez için yeterli olup, tutarlı biyolojik özelliklere ve belirgin bir gen ekspresyon profiline sahip nadir ancak iyi tanımlanmış bir AML türüne yol açmaktadır(7). Bu çalışmada, MDS'nin AML'ye dönüşümünde etkili genlerin biyoinformatik verileri üzerinden tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Çalışmada, öncelikle GeneCards veritabanı üzerinden MDS ve AML ile bağlantılı genler araştırıldı. Daha sonra, Bioinformatics & Evolutionary Genomics veritabanı kullanılarak MDS ve AML ile ilişkili ortak olan genler Venn şeması üzerinden gösterildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

GeneCards veritabanı kullanılarak MDS ile ilişkili 23 gen (Çizelge 1), AML ile ilişkili 71 gen (Çizelge 2) belirlendi. Genler-hastalık arasındaki bağlantı seviyesini gösteren uygunluk puanı hem MDS hem AML'de 90 üzeri olarak kabul edildi.

Çizelge 1: MDS ile ilişkili gen listesi

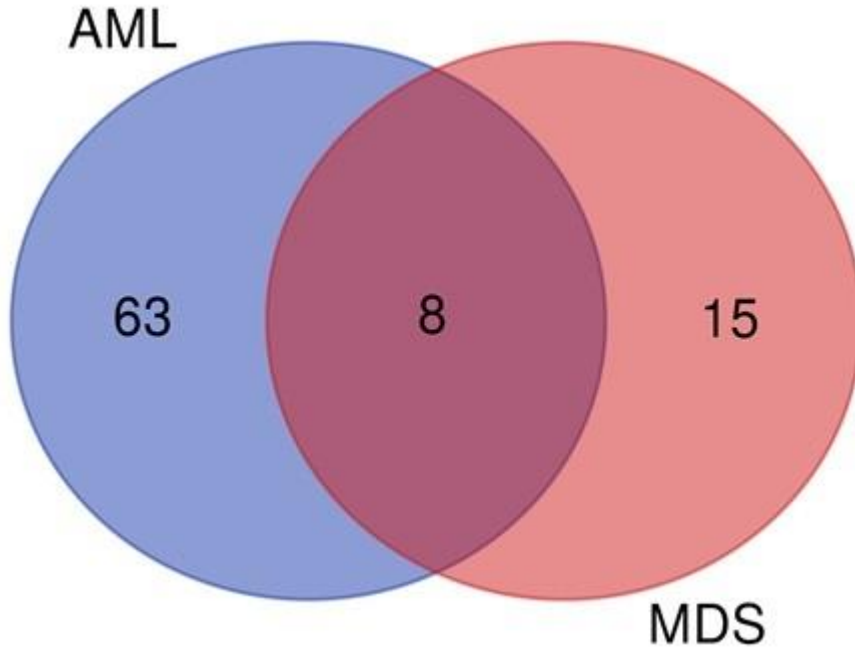
Sembol	İsmlendirme	Puan
BRCA2	BRCA2 DNA Onarım İlişkili	156.26
ATM	ATM Serin/Treonin Kinaz	150.56
TP53	Tümör Proteini P53	136.89
MSH6	MutS Homolog 6	131.25
PTEN	Fosfataz ve Tensin Homolog	128.01
BRCA1	BRCA1 DNA Onarım İlişkili	126.46
MSH2	MutS Homolog 2	124.66
NF1	Nörofibromin 1	123.75
APC	WNT Sinyal Yolunun APC Düzenleyicisi	120.51
MLH1	MutL Homolog 1	117.46
PTCH1	Patched 1	116.86
DICER1	Dicer 1, Ribonükleaz III	114.49
WT1	WT1 Transkripsiyon Faktörü	112.50
PMS2	PMS1 Homolog 2, Uyumsuzluk Onarım Sistemi Bileşeni	109.47
ATRX	ATRX Kromatin Yenileyici	102.56
BLM	BLM RecQ Benzeri Helikaz	102.39
SMARCA4	SWI/SNF ilişkili, Matris ilişkili, Kromatinin Aktin Bağımlı Düzenleyicisi, Alt Aile A, Üye 4	101.06
TSC2	TSC Kompleks Alt Birimi 2	100.81
FLCN	Folikülin	95.36
PTPN11	Protein Tirozin Fosfataz Reseptör Olmayan Tip 11	95.27
CREBBP	CREB Bağlayıcı Protein	93.26
KCNH2	Potasyum Voltaj Kapılı Kanal Alt Aile H Üyesi 2	92.69
NBN	Nibrin	92.55

Çizelge 2: AML ile ilişkili gen listesi

Sembol	İsmlendirme	Puan
CEBPA	CCAAT Güçlendirici Bağlayıcı Protein Alfa	376.23
RUNX1	RUNX Ailesi Transkripsiyon Faktörü 1	302.58
FLT3	Fms İlgili Reseptör Tirozin Kinaz 3	252.23
TP53	Tümör Proteini P53	232.65
GATA2	GATA Bağlayıcı Protein 2	224.58
NPM1	Nükleofosmin 1	194.01
KIT	KIT Proto-Onkogen, Reseptör Tirozin Kinaz	185.47
ABL1	ABL Proto-Onkogen 1, Reseptör Olmayan Tirozin Kinaz	172.43
TERT	Telomeraz Ters Transkriptaz	161.26
KMT2A	Lizin Metiltransferaz 2A	160.30
NRAS	NRAS Proto-Onkogen, GTPaz	153.33
KRAS	KRAS Proto-Onkogen, GTPaz	152.76
ETV6	ETS Varyant Transkripsiyon Faktörü 6	151.70
JAK2	Janus Kinaz 2	150.97
DNMT3A	DNA Metiltransferaz 3 Alfa	150.77
BCR	RhoGEF ve GTPaz'ın BCR Aktivatörü	146.18
CBL	Cbl Proto-Onkogen	138.38
PTPN11	Protein Tirozin Fosfataz Reseptör Olmayan Tip 11	138.10
NF1	Nörofibromin 1	136.57
TET2	Tet Metilsitozin Dioksijenaz 2	133.31
IKZF1	İKAROS Ailesi Çinko Parmak 1	131.66
IDH1	İzositrat Dehidrogenaz (NADP(+)) 1	130.49
STAT3	Transkripsiyonun Sinyal Transdüseri ve Aktivatörü 3	128.02
WT1	WT1 Transkripsiyon Faktörü	127.96
CSF3R	Koloni Uyarıcı Faktör 3 Reseptörü	124.71
IDH2	İzositrat Dehidrogenaz (NADP(+)) 2	124.66
HRAS	HRas Proto-Onkogen, GTPaz	124.24
ASXL1	ASXL Transkripsiyonel Düzenleyici 1	123.29
GATA1	GATA Bağlayıcı Protein 1	122.56
RARA	Retinoik Asit Reseptörü Alfa	120.00
NBN	Nibrin	119.72
PML	PML Nükleer Vücut İskele	119.65
SF3B1	Ekleme Faktör 3b Alt Ünite 1	119.40
CDKN2A	Siklin Bağımlı Kinaz İnhibitörü 2A	118.39
BCL2	BCL2 Apoptozis Düzenleyici	117.93
MYC	MYC Proto-Onkogen, BHLH Transkripsiyon Faktörü	117.77
TAL1	TAL BHLH Transkripsiyon Faktörü 1, Eritroid Farklılaşma Faktörü	114.35
NUP214	Nükleoporin 214	113.00
RUNX1T1	RUNX1 Partner Transkripsiyonel Eş-Baskılayıcı 1	112.89
PAX5	Eşleştirilmiş Kutu 5	110.59
MPL	MPL Proto-Onkogen, Trombopoietin Reseptörü	110.24
ATM	ATM Serin/Treonin Kinaz	109.90
RUNX1-AS1	RUNX1 Antisens RNA 1	108.61
BRAF	B-Raf Proto-Onkogen, Serin/Treonin Kinaz	108.59
DDX41	DEAD-Box Helikaz 41	108.07
MLLT10	MLLT10 Histon Lizin Metiltransferaz DOT1L Kofaktör	107.28
MPO	Miyeloperoksidaz	106.69
SETBP1	SET Bağlayıcı Protein 1	105.94
CREBBP	CREB Bağlayıcı Protein	105.77
CBFB	Çekirdek Bağlayıcı Faktör Alt Birimi Beta	105.64
STAT5B	Transkripsiyonun Sinyal Transdüseri ve Aktivatörü 5B	105.51
SRSF2	Serin ve Arginin Zengin Ekleme Faktörü 2	105.33
NOTCH1	Notch Reseptörü 1	103.00
U2AF1	U2 Küçük Nükleer RNA Yardımcı Faktörü 1	102.83

MLLT3	MLLT3 Süper Uzama Kompleksi Alt Birimi	102.74
NUP98	Nükleoporin 98 ve 96 Öncülü	102.33
JAK3	Janus Kinaz 3	100.89
JAK1	Janus Kinaz 1	100.62
PTEN	Fosfataz ve Tensin Homologu	98.40
NSD1	Nükleer Reseptör Bağlayıcı SET Alan Proteini 1	98.07
SAMD9L	Steril alfa motif alanı içeren protein 9	97.41
MLF1	Myeloid Lösemi Faktörü 1	96.91
PDGFRB	Trombosit Türevi Büyüme Faktörü Reseptörü Beta	96.80
CCND1	Siklin D1	96.53
RANBP2	RAN Bağlayıcı Protein 2	96.04
PDGFRA	Trombosit Türevi Büyüme Faktörü Reseptörü Alfa	94.85
MECOM	MDS1 ve EVI1 Kompleks Lokusu	94.40
MIR223	MikroRNA 223	94.05
CSF1R	Koloni Uyarıcı Faktör 1 Reseptörü	92.75
MYD88	MYD88 Doğuştan Bağışıklık Sinyal İletim Adaptörü	92.33
EZH2	Zeste 2'nin Güçlendiricisi Polycomb Baskılayıcı Kompleks 2 Alt Birimi	91.82

Ardından belirlenen bu genlerden Bioinformatics & Evolutionary Genomics veritabanı aracılığıyla MDS ve AML ile ilişkili 8 ortak gen (*NBN*, *WT1*, *TP53*, *PTEN*, *PTPN11*, *NF1*, *CREBBP*, *ATM*) olduğu tespit edildi (Görsel 1).



Görsel 1: MDS ile AML arasındaki ortak genlerin venn şeması aracılığıyla gösterimi

4. TARTIŞMA

MDS, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, etkisiz hematopoez, sitopeniler, tek veya çok soylu displazi ve AML'ye dönüşme eğiliminin artmasıyla karakterize klonal bir hematopoetik bozukluk olarak tanımlanmaktadır(8). Kromozom anomaliler ve yapısal varyantlar (kopya sayısı değişiklikleri, translokasyonlar, inversiyonlar, delesyonlar, karmaşık karyotip düzenlemeleri vb.) MDS'de ve AML'ye dönüşüm sırasında bulunmaktadır. Dizileme teknikleri kullanılarak, MDS vakalarında tanı anında ve lösemik dönüşüm sırasında farklı genlerde tekrarlayan somatik mutasyonlar belirlenmiştir. Tekrarlayan mutasyonlar, RNA splicing'de (*SF3B1*, *SRSF2*, *U2AF1* ve *ZRSR2*), DNA metilasyonunda (*TET2*, *DNMT3A*, *IDH1/2*), kromatin modifikasyonunda (*ASXL1*, *EZH2*), sinyal iletiminde (*JAK2*, *CBL*, *KRAS*), transkripsiyonel düzenlemede (*EVII*, *RUNX1*, *GATA2*) ve bir kohezın kompleksinde yer alan genlerde tespit edilmiştir. Epigenetik modifikasyonların birikiminin MDS'nin AML'ye dönüşümünde önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, *TET2*, *IDH1* ve *IDH2* gen mutasyonlarının muhtemelen hastalığın patogenezinde rol oynayan sürücü mutasyonlar olduğu ve MDS'nin AML'ye dönüşümüyle edinildiği gösterilmiştir(9).

WT1, AML hastalarının çoğunda aşırı eksprese edilmektedir. MDS'de *WT1* ekspresyonu daha yüksek blast sayıları ve AML'ye dönüşme riskinin artmasıyla ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda, AML'de artan *WT1* seviyelerinin tedaviye direnç, daha yüksek nüks insidansı ve düşük sağ kalımla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, *WT1* transkript seviyelerinin tespit edilebilir sınırların altına düşürülememesi, AML'de daha yüksek nüks insidansı ile ilişkilendirilmiştir(10). *TP53* mutasyonlu MDS ve AML, kötü sonuçlara sahip belirgin bir miyeloid bozukluk grubudur. *TP53* mutasyonlu MDS ve AML, *TP53* mutasyonlu olmayan muadillerine kıyasla indüksiyon kemoterapisine, hipometilasyon ajanı bazlı rejimlere veya venetoklaks bazlı tedavilere daha düşük yanıt oranlarına ve zayıf bir ortalama genel sağ kalıma sahiptir(11).

MDS ve AML'de *PTEN* mRNA'sının tamamen kaybının nadir olduğu, ancak her iki hastalıktaki göreceli ekspresyon düzeyinin normal insanlara göre önemli ölçüde düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Hem MDS hem de AML hastalarında *PTEN* protein ekspresyonunun pozitif oranları normal insanlara kıyasla daha düşüktür, ancak *PTEN* mRNA ekspresyonuyla uyumlu değildir. *PTEN* gen ekspresyonunun anormallikleri MDS ve AML'nin patogenezinde rol oynayabilmektedir(12).

SHP2 tirozin fosfatı kodlayan *PTPN11* geninin aktive edici mutasyonları, juvenil miyelomonositik lösemide en sık görülen genetik anormalliktir ve MDS ve AML'de sporadik olarak gözlenmektedir. MDS ve AML'de *PTPN11* mutasyonları monozomi 7 ile ilişkilendirilmiştir(13). *NF1* mutasyonlarının sıklığı, mutasyon odak noktası ve gözlenen olumsuz prognostik etkisine ilişkin bulgular, hedefli tedavi yaklaşımları açısından potansiyel öneme sahip olabilmektedir. Elde edilen veriler, *NF1* mutasyonlarının varlığının, olumsuz genetik özelliklere sahip genç AML hastalarında kötü sonuçlarla ilişkili olduğunu ve *NF1* Thr676 mutasyonlarının olumsuz prognoza yol açabileceğini düşündürmektedir(14).

t(8;16)(p11.2;p13.3), hem de novo hem de terapiyle ilişkili AML'de gözlemlenen nadir bir translokasyondur. MYST3/CREBBP füzyon proteini, monositik veya miyelomonositik morfoloji, ekstramedüller tutulum, yaygın intravasküler koagülasyon ve hemofagositoz ile

karakterize AML ile sonuçlanmaktadır(15). DNA hasarı ve özellikle çift zincirli kırılmalar, birçok DNA hasarına neden olan ajana yanıt olarak NF-kB aktivasyonu için gerekli bir nükleer kinaz olan *ATM* aktivasyonuna yol açmaktadır. *ATM*'nin, yüksek riskli MDS ve AML'de NF-kB'yi aktive ettiği ve *ATM*'nin farmakolojik inhibisyonunun, yüksek riskli MDS ve AML hastalarının kemik iliğinden yeni izole edilen malign miyeloblastlarda apoptozu indüklediği gösterilmiştir(16).

Sonuç olarak, MDS ve AML için prognostik öneme sahip olduğunu düşündüğümüz *NBN*, *WT1*, *TP53*, *PTEN*, *PTPN11*, *NF1*, *CREBBP*, *ATM* ortak genlerinin belirlenmesi, MDS ve AML'nin prognozu ve tedaviye yanıt süreçlerinin takibi açısından büyük önem taşıyacağı görüşünü paylaşmaktayız.

KAYNAKÇA

1. Kwon, A., Weinberg, O. K. Acute Myeloid Leukemia Arising from Myelodysplastic Syndromes. Clin Lab Med, December, 43,4, 2023.
2. Menssen, A. J., Walter, M. J. Genetics of progression from MDS to secondary leukemia. Blood, July, 136,1, 2020.
3. Krock, B., Oberley, M. J. Molecular Genetics of Pediatric Acute Myeloid Leukemia. Clin Lab Med, September, 41,3, 2021.
4. Kishtagari, A., Levine, R. L., Viny, A. D. Driver mutations in acute myeloid leukemia. Curr Opin Hematol, March, 27,2, 2020.
5. Aydin, S., Schmitz, J., Dellacasa, C. M., Dogliotti, I., Giaccone, L., Busca, A. WT1 Expression Is Associated with Poor Overall Survival after Azacytidine and DLI in a Cohort of Adult AML and MDS Patients. Cancers (Basel), September, 16,17, 2024.
6. Santini, V., Stahl, M., Sallman, D. A. TP53 Mutations in Acute Leukemias and Myelodysplastic Syndromes: Insights and Treatment Updates. Am Soc Clin Oncol Educ Book, June, 44,3, 2024.
7. Lamble, A. J., Hagiwara, K., Gerbing, R. B., Smith, J. L., Kolekar, P., Ries, R. E., Kolb, E. A., Alonzo, T. A., Ma, X., Meshinchi, S. CREBBP alterations are associated with a poor prognosis in de novo AML. Blood, April, 141,17, 2023.
8. Babushok, D. V., Bessler, M., Olson, T. S. Genetic predisposition to myelodysplastic syndrome and acute myeloid leukemia in children and young adults. Leuk Lymphoma, December, 57,3, 2016.
9. Banescu, C., Tripon, F., Muntean, C. The Genetic Landscape of Myelodysplastic Neoplasm Progression to Acute Myeloid Leukemia. Int J Mol Sci, March, 24,6, 2023.
10. Rampal, R., Figueroa, M. E. Wilms tumor 1 mutations in the pathogenesis of acute myeloid leukemia. Haematologica, June, 101,6, 2016.
11. Daver, N. G., Maiti, A., Kadia, T. M., Vyas, P., Majeti, R., Wei, A. H., Garcia-Manero, G., Craddock, C., Sallman, D. A., Kantarjian, H. M. TP53-Mutated Myelodysplastic Syndrome and Acute Myeloid Leukemia: Biology, Current Therapy, and Future Directions. Cancer Discov, November, 12,11, 2022.
12. Zou, X. L., Liu, T., Meng, W. T., Huang, X. O. Expression of tumor suppressor gene pten in patients with myelodysplastic syndrome and acute myeloid leukemia. Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi, October, 16,5, 2008.

13. Christiansen, D. H., Desta, F., Andersen, M. K., Pedersen-Bjergaard, J. Mutations of the PTPN11 gene in therapy-related MDS and AML with rare balanced chromosome translocations. *Genes Chromosomes Cancer*, June, 46,6, 2007.
14. Eisefeld, A. K., Kohlschmidt, J., Mrozek, K., Mims, A., Walker, C. J., Blachly, J. S., Nicolet, D., Orwick, S., Maharry, S. E., Carroll, A. J., Powell, B. L., Koltz, J. E., Wang, E. S., Stone, R. M., de la Chapelle, A., Byrd, J. C., Bloomfield, C. D. NF1 mutations are recurrent in adult acute myeloid leukemia and confer poor outcome. *Leukemia*, June, 32,12, 2018.
15. Gupta, A., Patnaik, M. M., Naina, H. V. MYST3/CREBBP Rearranged Acute Myeloid Leukemia after Adjuvant Chemotherapy for Breast Cancer. *Case Rep Oncol Med*, December, 20142014.
16. Grosjean-Raillard, J., Tailler, M., Ades, L., Perfettini, J. L., Fabre, C., Braun, T., De Botton, S., Fenaux, P., Kroemer, G. ATM mediates constitutive NF-kappaB activation in high-risk myelodysplastic syndrome and acute myeloid leukemia. *Oncogene*, February, 28,8, 2009.

GEBELİK DÖNEMİNDE CİNSEL SAĞLIK VE HEMŞİRELİK BAKIMI

Öğr.Gör. Emine İLKIN AYDIN^{1,2*}, Öğr.Gör. Rukiye DIKMEN^{1,3}, Prof.Dr. Sevil ŞAHİN⁴

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Öğrencisi

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, emine.ilkin@yobu.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0003-2991-4837>

³ Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
rukiyedikmen66@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6811-263X>

⁴ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, sevilsahin1@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-7089-6648>

ÖZET

Gebelik dönemi kadınların fizyolojik ve psikolojik değişimler yaşadığı, kadının yeni rollere ve ebeveynliğe uyum sağlamaya çalıştığı kompleks bir süreçtir. Kadının cinsel sağlığı ve evlilik ilişkileri de bu süreçten etkilenmektedir. Gebeliğin trimesterlerine göre kadınların ve eşlerinin cinsel istek, arzu durumu bireysel değişiklikler göstermektedir. İlk trimesterde kusma, halsizlik gibi gebeliğin erken dönem belirtileri ve düşük yapma korkusu nedeniyle cinsel istek genellikle azalabilir. İkinci trimesterde hormonların dengelenmesi ve gebelerin fiziksel yakınmalarının hafiflemesi ile cinsel istek artabilir. Literatürde ikinci trimester cinsel birliktelik için en uygun zaman olarak görülmektedir. Üçüncü trimesterde ise fiziksel rahatsızlıklar, kilo artışı, büyüyen uterus nedeni ile pozisyon zorlukları ve doğum korkusu nedeniyle cinsel istekte ve sıklıkta azalmalar gözlemlenebilir. Gebelik döneminde sık görülen üriner sistem enfeksiyonları, kandidiyazis, dispareni, hemaroid gibi rahatsızlıklar da bireylerin cinsel yaşamlarını olumsuz yönde etkileyebilir. Ayrıca toplumun sosyokültürel inançları ve mitleri gebelik dönemindeki cinsel sağlığı etkileyebilir. Cinsel ilişkinin bebeğe zarar vereceği veya doğumu tetikleyeceğine ilişkin yanlış inanışlar, gebelikte çiftlerin cinsel ilişkiden uzak durmalarına neden olabilir. Gebelik döneminde yaşanabilecek cinsel sorunların önlenmesi amacıyla, kadınlara ve eşlerine hemşireler tarafından cinsel sağlık konusunda eğitim verilmelidir. Bu eğitimlerde, gebeliğe bağlı fiziksel, duygusal, sosyal ve kültürel değişimler bir bütün olarak değerlendirilmeli ve cinselliğe holistik bir bakış açısıyla yaklaşılmalıdır. Hemşirelerin etkin ve doğru danışmanlık yapması gebelik dönemindeki kadınların cinsel işlevini ve cinsel sağlığı iyileştirebilir, stresi, psikolojik ve duygusal baskıları azaltabilir. Bu doğrultuda bu derleme makalenin amacı; gebelik süresince kadınların cinsel sağlığında meydana gelen değişiklikleri ve bu değişimlerin nedenlerini inceleyerek, hemşirelik bakımının bu dönemde kadınların cinsel sağlık ve yaşam kalitesini desteklemedeki rolünü ortaya koymaktır.

Anahtar kelimeler: gebelik, cinsel sağlık, hemşirelik bakımı

SEXUAL HEALTH AND NURSING CARE DURING PREGNANCY

ABSTRACT

Pregnancy is a complex period during which women experience physiological and psychological changes and try to adapt to new roles and parenthood. Women's sexual health and marital relationships are also affected by this process. According to the trimesters of pregnancy, sexual desire and desire of women and their partners show individual changes. In the first trimester, sexual desire may generally decrease due to early symptoms of pregnancy such as vomiting, weakness and fear of miscarriage. In the second trimester, sexual desire may increase with the balancing of hormones and the alleviation of physical complaints of pregnant women. In the literature, the second trimester is considered the best time for sexual intercourse. In the third trimester, decreases in sexual desire and frequency can be observed due to physical discomfort, weight gain, position difficulties due to the growing uterus and fear of childbirth. Common urinary tract infections, candidiasis, dyspareunia, hemorrhoids and other disorders during pregnancy may also negatively affect the sexual life of individuals. In addition, sociocultural beliefs and myths of the society may affect sexual health during pregnancy. False beliefs that sexual intercourse will harm the baby or trigger labor may cause couples to avoid sexual intercourse during pregnancy. In order to prevent sexual problems that may occur during pregnancy, women and their partners should be educated about sexual health by nurses. In these trainings, physical, emotional, social and cultural changes related to pregnancy should be evaluated as a whole and sexuality should be approached from a holistic perspective. Effective and accurate counseling by nurses can improve sexual function and sexual health of women during pregnancy and reduce stress, psychological and emotional pressures. Accordingly, the aim of this review article is to examine the changes that occur in women's sexual health during pregnancy and the causes of these changes and to reveal the role of nursing care in supporting women's sexual health and quality of life during this period.

Key words: pregnancy, sexual health, nursing care

GİRİŞ

Gebelik, kadın hayatının hassas dönemlerinden biridir (Khalesi ve ark., 2018). Birçok fizyolojik, psikolojik değişikliklerin yaşandığı, kadının yeni rollere ve ebeveynliğe uyum sağlamaya çalıştığı kompleks bir süreçtir (Yıldız Karaahmet, 2017). Dolayısı ile kadının cinselliği de bu süreçten etkilenmektedir. Gebelik döneminde cinsel işlev siklusuna baktığımızda;

- *İstek fazı*; Gebeliğin trimesterlarına göre cinsel istek, arzu durumu bireysel değişiklikler göstermektedir. İlk trimester da değişmemekte, ya da çok az azalmakta, ikinci trimester da değişmekte, üçüncü trimesterde ise azalmaktadır. Erkelere ise özellikle son trimesterde bebeğe zarar vereceği düşüncesi nedeniyle azalmaktadır (Büyükkayacı Duman, 2019; Lou vd., 2017).
- *Uyarılma fazı*: Gebelik döneminde artan östrojen ve progesteron hormonunun etkisi ile artan vazokonjeksiyon durumu söz konusudur. Ayrıca vajinal mukozanın hiperplazisi, artan östrojen seviyesi, serviks ve vajinal epitele kan dolaşımının artması nedeniyle endoservikal glandlardan mukus üretiminde artış gözlemlenebilir. Vajinal akıntıdaki bu artış gebelik süresince devam edebilir. Kadınlar bu dönemde vazokonjeksiyona bağlı

cinse uyarılmaları artabilir, ancak bazı kadınlarda ise gebeliğin ilerlemesi ile birlikte cinsel uyarılmanın da azaldığı görülmektedir (Lou vd., 2017; Galazka vd., 2015).

- *Plato Fazı*: Gebelik döneminde cinsel birliktelik sırasında disparoni yaşanabilmektedir. Bunun nedeni ise vulvada ve vajen de meydana gelen konjesyon durumudur. Ayrıca gebelik durumunda sık tekrarlayan enfeksiyon durumlarında bu disparoninin şiddetlenmesine neden olmaktadır (Rathore ve Rani, 2014).
- *Orgazm Fazı*: Gebelik döneminde orgazm fazı oldukça değişkenlik göstermektedir. Gebeliğin ikinci trimesterda, gebelik şikayetlerinin azalmasıyla birlikte kadınlar kendilerini daha enerjik, motive hissetmekte ve önceki dönemlere göre daha kolay orgazm olabildiklerini ifade etmişlerdir (Zakšek, 2015). Üçüncü trimesterda ise cinsel ilişki süresi ve orgazm olma durumunun gebelik öncesi döneme göre azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni gebeliğe bağlı vajinal lubrikasyondaki değişiklikler ve pozisyon güçlükleri olabilir. Ayrıca orgazm sırasında oksitosin seviyesindeki artma nedeniyle uterus kasılmaları görülmektedir. Bu kasılmalar sağlıklı bir gebelik için doğumu başlatmasa da çiftler için rahatsız edici olabilmektedir (Tekeli Özer ve Kızılkaya Beji, 2022).

1. Gebelik Döneminde Cinsel İşlevdeki Değişikliklerin Nedenleri

Gebelik dönemi, çiftlerin cinsel yaşantılarını da etkileyen bir dönemdir. Gebe kadınların bu dönemde yaşadığı fiziksel sosyal, psikolojik değişiklikler cinselliği etkilemekte, gebeliğin trimesterlerine göre de değişkenlik göstermektedir (Kul Uçtu vd., 2017).

1. Trimester: Kadınların cinsel istek durumu bireysel farklılıklar göstermektedir. Gebeliğe uyum sağlanmaya çalışıldığı bu dönemde, bulantı, kusma sık idrara çıkma, halsizlik ve hormonal değişiklikler yaşanmaktadır. Kadınların gebelik dönemindeki şikayetleri arttıkça cinsel ilişki durumu da azalabilmektedir. Ayrıca gebelik döneminde artan prolaktin seviyesi de cinsel istek durumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Gebeliğin ilk üç aylık döneminde gebeliğin yeni olası, bebeğe zarar vereceği ve düşük yapma korkusu nedeniyle kadınlar genellikle cinsellikten uzak durmaktadır (Anzaku vd., 2015; Cantarino vd., 2016; Büyükkayacı Duman, 2019). Bu dönemde psikolojik olarak da kadının gebelik durumunu kabul etmeye çalışması, kendini hazırlaması, duygusal değişiklikler yaşaması cinselliğe bakışını etkilemektedir (Khalesi vd., 2018).

2. Trimester: İkinci trimester literatürde gebelik döneminde cinsel birliktelik için en uygun olduğu zaman olarak ifade edilmektedir. Çünkü kadınlar yaşanan fizyolojik, hormonal, psikolojik değişimlere uyum sağlamaya başlamıştır. İlk trimester da olan gebelik yakınmaları bu dönemde azalma ve beraberinde libidoda artma gözlenebilir. Ayrıca bu dönemde kadınlar, vajinal lubrikasyon ve genital kan akımındaki artış nedeniyle cinsel ilişkiye daha istekli olabilirler (Staruch vd., 2016; Fuchs vd., 2019).

3. Trimester: İkinci trimester literatürde gebelik döneminde cinsel birliktelik için en uygun olduğu zaman olarak ifade edilmektedir. Çünkü kadınlar yaşanan fizyolojik, hormonal, psikolojik değişimlere uyum sağlamaya başlamıştır. İlk trimester da olan gebelik yakınmaları bu dönemde azalma ve beraberinde libidoda artma gözlenebilir. Ayrıca bu dönemde kadınlar, vajinal lubrikasyon ve genital kan akımındaki artış nedeniyle cinsel ilişkiye daha istekli olabilirler (Staruch vd., 2016; Fuchs vd., 2019).

2. Gebelik Döneminde Cinsel İlişki Pozisyonları

Gebelik dönemindeki kadınlarda cinsel işlev bozuklukları görülebilmektedir. Gebelik sürecinde hormonal cevap olarak uterusun büyümesi çiftlerin cinsel birliktelik sırasında farklı pozisyonları denemesine neden olabilmektedir (Beyazıt, 2018). İlk trimesterde gebelik materyalinin henüz çok büyümemesi nedeniyle kadının altta erkeğin üstte olduğu pozisyonlar tercih edilirken, ikinci ve üçüncü trimesterlerde ise genellikle kadının üstte, yanda olduğu pozisyonlar tercih edilmelidir. Cinsel birliktelik sırasında pozisyonlar sağlanırken minderle de desteklenebilir (Pereira ve ark., 2022; Beyazıt, 2018).

3. Gebelik Döneminde Cinselliği Etkileyen Faktörler

Cinsellik gebelik döneminde yaşanan fizyolojik, psikolojik ve sosyokültürel etkenlerden (sosyal normlar, dini inançlar, değerler, yanlış algılamalar, tabular ve mitler) ve birçok durumdan etkilenebilmektedir (Yanikkerem vd., 2016).

Fiziksel faktörler; gebelik döneminde kadınların bedeninde yaşanan fiziksel, anatomik değişiklikler cinselliği olumsuz yönde etkilemektedir. Gebelik ilerledikçe uterusun büyümesi, kilo artışının olması, deride meydana gelen pigmentasyon değişiklikleri, yorgunluk ve meme hassasiyetinin oluşması bu dönemde gebe kadınların cinsel isteklerinde azalmaya neden olabilmektedir (Gümüşay vd., 2021; Beyazıt vd., 2018). Bilge ve arkadaşlarının (2021) gebelikte cinsel işlev ve cinsel memnuniyeti değerlendirmek amacıyla 152 gebenin katılımıyla yaptıkları çalışma sonucunda, gebelerin 1. ve 3.trimester da yaşadıkları fizyolojik değişikliklere bağlı cinsel isteklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca gebeliğin 2. trimesterin da fizyolojik değişikliklerin daha az görülmesi nedeniyle cinsel yaşam normale dönebileceği saptanmıştır (Demirci, 2018; Bilge vd., 2021).

Psikolojik Faktörler; gebelik döneminde fiziksel ve psikolojik değişiklikler beraberinde duygusal dalgalanmalarında yaşanmasına neden olabilmektedir. Gebeliğin planlı olup olmaması bu süreçte gerçekleşen değişikliklere uyum sağlamayı etkilemektedir (Bilen Sadi ve Aksu, 2016). Literatürde, gebelik ayı ilerledikçe kadınların beden imajındaki değişikliklere uyum sağlayamadığı ve düşük beden imajı algısına sahip olduklarını gösteren çalışmalar mevcuttur (Bacacı ve Ejder Apay, 2018).

Sosyokültürel faktörler; bireyin içinde yaşadığı toplum ve kültürel faktörler gebelik dönemindeki cinsel hayatını etkileyebilmektedir. Kişilerin ne zaman cinsel ilişki yaşayacağı toplum tarafından belirlenir (Beyazıt vd., 2018). Çiftlerin cinselliği algılama şekli, ebeveyn olmaya ilişkin düşünceleri, cinsel yaşama ilişkin olumsuz deneyimleri gebelik döneminde cinsellik durumunu olumsuz etkileyebileceği tespit edilmiştir (Büyükkayacı Duman, 2019). Ayrıca çiftlerin eğitim seviyesi, ekonomik durumu, evlilik durumlarında etkisi bulunmaktadır (Şahingöz, 2021). Cinsel ilişki durumunu etkileyen bir başka faktör ise toplumun inandığı cinsel mitlerdir. Gebelik döneminde cinselliğe yönelik mitlere baktığımızda;

- Cinsellik abortus ve preterm eyleme neden olur,
- Anneye ve bebeğe zarar verebilir veya doğumu başlatır,
- Koitus sırasında amniyotik kese yırtılabilir,
- Sık cinsel birliktelik ikiz gebeliğe neden olabilir,

- Gebeliğin ilk tespitinden itibaren bebek yürüyene kadar cinsel birliktelik yasaktır
- Gebeliğin dördüncü ayı itibariyle cinsel birliktelik olmamalıdır, eğer olursa bebeğin kör olacağı, boğulacağı, kız bebekse kızlık zarının yırtılacağına inanılır,
- Gebelikte cinse ilişkiye girmek günahtır,
- Gebelikte cinsel ilişkinin olması enfeksiyona neden olur, bunlardan bazılarıdır (Şahingöz, 2021). Ülkemizde yapılan bir çalışmada kadınların çoğu cinselliğin üzerlerinde bir baskı yarattığını, cinsellik ile ilgili duygu ve düşüncelerini ifade edemediğini belirtmiştir (Dağlı ve Aktaş Reyhan, 2021). Toplumun cinselliğe yüklediği anlam, cinselliği tabulaştırması çiftleri cinselliğe bakışını etkilemektedir. Bu yüzden çiftlere gebelik sürecinde de cinsel birlikteliğin yaşanabileceği, sakınılması gerekenler durumları belirtilerek anlatılmalıdır (Örüklü vd., 2021).

4. Gebelik Döneminde Sık Görülen Cinsel Sağlık Sorunları

Gebelik döneminde yaşanan sağlık sorunları bireylerin cinsel yaşamlarını da etkilemektedir. Üriner sistem enfeksiyonları, kandidiyazis, dispareni, hemaroid gebelik döneminde sık görülen rahatsızlıklardan bazılarıdır (Er, 2020). Gebelik sürecinde artan hormon seviyeleri, vajen epitelindeki laktobasillerin laktik asit üretimi artırır ve dolayısıyla vajen pH değerinde düşmeye neden olur. Asidik pH değeri vajen ortamını hastalık yapıcı mikroorganizmalara karşı korumaktadır ancak kandida albicans için uygun bir ortam olduğu için kandidiyazisin görülme sıklığı artmaktadır. Gebelikte tekrarlamaya ihtimali yüksek olan bu rahatsızlık bireylerin cinsel işlevini etkilemektedir. Gebelerin cinsel işlevde isteksiz olmasına, akıntı şikayetleri nedeniyle psikolojik ve sosyal olarak irite olmalarına neden olmaktadır (Goncalves vd., 2016). Literatürde yapılan bir çalışmaya baktığımızda, kandidiyazisin gebelerde görülme sıklığının yüksek olduğu, kaşıntı, akıntı şikayetleri ve ağrılı cinsel birliktelik nedeniyle gebelik döneminde bireylerin cinselliğini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Mtibaa vd., 2017).

Gebelik sürecinde büyüyen fetüsün uterusu komşulukları bulunan mesane ve üreterlere baskı yapması ve hormonal değişiklikler nedeniyle üriner sistem enfeksiyonlarının görülme sıklığı artmaktadır. Özsoy ve ak. (2016)'nın yapmış olduğu çalışmada katılımcıların %36,5'inde üriner sistem enfeksiyonunun olduğu saptanmıştır (Özsoy vd., 2016). Gebelerin enfeksiyona bağlı ağrı, inkontinans yaşamaları cinsel isteksizliğe neden olabilir (Ghourri vd., 2019). Gebeliğin ilerlemesiyle birlikte hemoroidlerde de büyüme görülebilir. Kadının perine bölgesinde eline kitle gelmesi, kaşıntı ve kanama şikayetlerinin olması cinsel yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir (Bilen Sadi ve Aksu, 2016). Bu süreçte kadınlar birçok nedene bağlı dispareni yaşayabilmektedir. Yapılan bir çalışmada gebelerin %67,1'nin cinsel birliktelik sırasında ağrı yaşadığı tespit edilmiştir (Esenkaya, 2022). Bir başka çalışmada ise kadınların gebelik sürecinde en sık dispareni şikayetlerinin olduğu saptanmıştır (Coşar Çetin vd., 2017).

5. Gebelik Döneminde Cinsel İlişkinin Yasak Olduğu Durumlar

Gebelik döneminde cinsellik, sadece cinsel birliktelik ile sınırlı değildir. Yakınlaşma, sarılma, öpme eylemi de cinselliğin birer parçasıdır. Gebelikte yaşanacak cinsel aktivitenin anne ve fetüs sağlığına olan etkileri konusunda bireylerin bilgi düzeylerinin yetersiz olması, cinsel istek durumunu etkilemektedir (Bilen Sadi, 2014). Son literatüre göre, sağlıklı bir gebelik dönemi geçiren bireylerin cinsellik konusunda kısıtlanmasına gerek olmadığı yönündedir (Topatan ve ark., 2020, Pamuk, 2021). Ancak eğer gebelik sürecinde; düşük tehdidi, erken doğum,

tekrarlayan düşük deneyimi, vajinal kanama, servikal yetmezlik, CYBH vb. durumların varlığında cinsel ilişki yasaklanmaktadır (Bilen Sadi ve Aksu, 2016). Çünkü birliktelik sonucunda salınan seminal sıvı erken doğumu başlatabilir, ayrıca cinsel birliktelik sırasında kontraksiyonların olması, meme başının uyarılması da doğumu başlatan diğer faktörlerdir (Carbone, 2019; Cengizhan, 2021). Yapılan çalışmalar sonucunda özellikle gebeliğin ilk üç ayındaki koitus sıklığının preterm eylem öyküsü ile ilişkili olduğu, ancak ikinci trimester sonrası etkilemediği tespit edilmiştir (Çakıroğlu vd., 2015). Fakat çiftlerin risk almaması, suçluluk duymaması için cinsel birliktelikten kaçınmaları önerilmektedir (Büyükkayacı Duman, 2019).

6. Hemşirelik Bakımı

Gebelik durumu bireylerin ve çiftlerin cinsel sağlığını etkilemekte, günlük yaşam aktivitelerinde birçok değişikliklere neden olabilmektedir (Littleton & Engebretson, (2005). Gebelikte yaşanan fizyolojik ve psikolojik değişikliklere bağlı olarak, çiftler cinsel sağlığa ilişkin endişe duymakta, ancak cinsellik toplum tarafından tabu olarak görüldüğü için genellikle soru sormaktan kaçınabilmektedir (Aksoy vd., 2019). Dolayısıyla hemşireler, gebelik dönemindeki bir bireyi değerlendirirken cinsellik konusuna da öncelik vermelidir. Hemşireler danışmanlık hizmetinin sunulacağı yeri ve zamanı ayarlamalıdır. Bu bağlamda doğum öncesi yapılan izlem ziyaretleri, eşlerin cinsel yaşantıları hakkında kendilerini ifade etmeleri için bir fırsat olabilir (Murtagh, 2010). Hemşireler etkili bir danışmanlık yapabilmeleri için öncelikle iyi bir dinleyici olmalıdır. Ayrıca hemşireler, gebeliğe bağlı fiziksel, duygusal, sosyal ve kültürel değişimler bir bütün olarak değerlendirilmeli ve cinselliğe holistik bir bakış açısıyla yaklaşmalıdır. Hemşirelerin etkin ve doğru danışmanlık yapması gebelik dönemindeki kadınların cinsel işlevini ve cinsel sağlığı iyileştirebilir, stresi, psikolojik ve duygusal baskıları azaltabilir.

7. Kaynaklar

- Aksoy, A., Vefikuluçay Yılmaz, D. Ve Yılmaz, M. (2019). Gebelikte Cinsel Yaşantıyı Neler Etkiler? Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 3(1), 45-53.
- Anzaku AS, Ngozi OF, Dabu BA, Edet EB. (2015). Frequency, perceptions and complications of sexual activity during pregnancy among a group of Nigerian women. *International Archives of Integrated Medicine*, 2(6): 54-63.
- Bacacı, H., & Apay, S. E. (2018). Gebelerde beden imajı algısı ve distres arasındaki ilişki. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 76-82
- Beyazıt, F., Pek, E., & Şahin, B. (2018). Gebelik ve doğum sonrasında cinsel işlevlerde gözlenen değişiklikler: Önyargı mı? yoksa Gerçek mi? *Klinik Psikiyatri*, 21, 397-406.
- Bilge, Ç., Mecdi Kaydırak, M., Öner, Ö. & Balkaya, N. A. (2021). Gebelikte Cinsel İşlev ve Cinsel Memnuniyetin Değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 9 (2), 684-693. Doi: 10.33715/Inonusaglik.820979
- Cantarino, S. G., Pinto, J. M. D. M., Fabião, J. A. D. S. A. D. O., García, A. M. C., Abellán, M. V., & Rodrigues, M. A. (2016). The Importance Of Religiosity/Spirituality In The Sexuality Of Pregnant And Postpartum Women. *Plos One*, 11(6), E0156809.

- Carbone, L., De Vivo,, V., Saccone, G., D'Antonio, F., Mercurio, A., Raffone, A., Arduino,B., D'Alessandro, P., Sarno, L., Conforti, A, Maruotti, G.M., Alviggi, C., Zullo F.(2019). Sexual Intercourse For Induction Of Spontaneous Onset Of Labor: A Systematic Review And Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *J Sex Med*, 16, 1787-1795.
- Cengizhan, S.Ö. (2021). Gebelerde Bilinçli Farkındalığa Dayalı Cinsel Danışmanlığın Cinsel Sıkıntı, Cinselliğe Karşı Tutum ve Beden İmajı Endişelerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Çakıroğlu, Y., Çalışkan, Ş., Doğer, E., Köpük, Ş. Y., DüNDAR, D., & Çalışkan, E. (2015). Do the interactions between coital frequency, cervical length, and urogenital infection affect obstetric outcomes? *Turkish Journal of Obstetrics and Gynecology*, 12(2), 66.
- Çetin, F. C., Demirci, N., Çalık, K. Y., & Akıncı, A. Ç. (2017). Gebelikte Olağan Fiziksel Yakınmalar. *Zeynep Kâmil Tıp Bülteni*, 48(4), 135-141.
- Dağlı, E., & Aktaş Reyhan, F. (2021). Gençlerin Gebelikte Cinselliğe İlişkin Yanlış Bilgi, Tutum Ve İnançları. *Androloji Bülteni*, 23(4), 238-243.
- Demirci N. (2018). Gebelikte Cinsel Yaşam. Çalık K, Y., Çetin F, C. (Ed.). Doğum Öncesi Dönem II İçinde (Ss.291-299). İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık.
- Er, E. (2020). Gebe Kadınlarda Cinsel Yaşamı Etkileyen Faktörler. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.
- Esenkaya, E. (2022). Gebelik ve cinsellik: Kavramdan hemşirelik yaklaşımlarına genel bakış açısıyla. *Journal of Social and Analytical Health*, 2(2), 161-165.
- Fuchs, A., Çek, I., Sikora, J., Fuchs, P., Lorek, M., Skrzypulec-Plinta, V., Drosdzol-Cop, A. (2019). Sexual Functioning İn Pregnant Women. *Int J Environ Res Public Health*, 16, 4216.
- Gağazka, I., Drosdzol-Cop, A., Naworska, B., Czajkowska, M., & Skrzypulec-Plinta, V. (2015). Changes in the sexual function during pregnancy. *The journal of sexual medicine*, 12(2), 445-454.
- Ghour, F., Hollywood, A., & Ryan, K. (2019). Urinary Tract İnfections And Antibiotic Use İn Pregnancy-Qualitative Analysis Of Online Forum Content. *BMC Pregnancy And Childbirth*, 19(1), 1-8.
- Gonçalves, B., Ferreira, C., Alves, C. T., Henriques, M., Azeredo, J., & Silva, S. (2016). Vulvovaginal candidiasis: Epidemiology, microbiology and risk factors. *Critical reviews in microbiology*, 42(6), 905-927.
- Gumusay, M., Erbil, N., & Demirbag, B. C. (2021). Investigation of sexual function and body image of pregnant women and sexual function of their partners. *Sexual and Relationship Therapy*, 36(2-3), 296-310.
- Khalesi, Z.B., Bokaie, M., Attari, S.M. (2018). Effect Of Pregnancy On Sexual Function Of Couples. *Afri Health Sci*, 18(2), 227-234.
- Littleton, L.Y., Engebretson, J.C. (2005). Maternity nursing care. New York: Thomson Delmar Learning.
- Lou, S., Frumer, M., Schlütter, M. M., Petersen, O. B., Vogel, I., & Nielsen, C. P. (2017). Experiences And Expectations İn The First Trimester Of Pregnancy: A Qualitative Study. *Health Expectations*, 20(6), 1320-1329.

- Mtibaa, L., Fakhfakh, N., Kallel, A., Belhadj, S., Belhaj Salah, N., Bada, N., & Kallel, K. (2017). Les Candidoses Vulvovaginales: Etiologies, Symptomes Et Facteurs De Risque. *Journal De Mycologi Medicale*, 27(2), 153-158.
- Murtagh, J. (2010). Female sexual function, dysfunction, and pregnancy: implications for practice. *Journal of midwifery & women's health*, 55(5), 438-446.
- Örüklü, C., Dağcı, D.G., Çakmak, S. (2021). Üniversite Öğrencilerinin Cinsel Mitlere Bakış Açısı ve İlişkili Faktörler. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13, 71-87.
- Özer, N. T. (2022). *Gebelerin depresyon, anksiyete, stres ve Koronavirüs korku Durumlarının Belirlenmesi* (Master's thesis, Biruni Üniversitesi).
- Özsoy, A. Z., Nacar, M. C., Çakmak, B., Doğru, H., Delibaş, İ. B., İşgüder, Ç. K., & Gülücü, S. (2016). Tokat ilinde üniversite hastanesi kadın hastalıkları ve doğum polikliniğine başvuran gebelerde idrar yolu enfeksiyonu: üç-yıllık değerlendirme. *Çağdaş Tıp Dergisi*, 6(2), 100-103.
- Pamuk, T. (2021). *Gebelerin Cinselliğe Karşı Tutumunun Cinsel İşleve Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Pereira, E. V., Belém, J. M., Alves, M. J. H., Torquato, J. A. S., Firmino, P. R. A., Fialho, A. V. D. M., & Quirino, G. D. S. (2021). Factors associated with sexual practices and positions performed by pregnant women: a cross-sectional study. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 75(3), e20210162.
- Rathore, A. M., & Rani, R. (2014). Sexual Behavior. *A Practical Guide to First Trimester of Pregnancy*, 225.
- Staruch, M., Kucharczyk, A., Zawadzka, K., Wielgos, M., & Szymusik, I. (2016). Sexual activity during pregnancy. *Neuroendocrinol Lett*, 37(1), 53-58.
- Şahingöz, M. (2021). *Gebelikte Cinsel Mitlerin Cinsel Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Topatan S, Koç E (2020). Gebelik Döneminde Yaşanan Kadın Cinsel Sıkıntı Durumu ve İlişkili Faktörler. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 34(1), 13- 19.
- Uçtu, A. K., Bekmezci, H., & Özerdoğan, N. (2017). Gebelikte cinsellik. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 171-175.
- Yanıkkerem, E., Goker, A., Ustgorul, S., Karakus, A. (2016). Evaluation of sexual functions and marital adjustment of pregnant women in Turkey. *International Journal of Impotence Research*, 28 176-183.
- Yıldız Karahmet, A. (2017). *Gebe Kadınların Cinsel Doyumlarının Belirlenmesi ve Cinselliği Etkileyen Etmenlerin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldız Karahmet, A., & Yazıcı, S. (2017). Epizyotomide Güncel Durum. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi/Journal Of Health Sciences And Professions*, 4(1), 57-63.
- Zakšek, T. Š. (2015). Sexual activity during pregnancy in childbirth and after childbirth. *Sexol Midwifery*, 87.

TEKRARLAYAN GEBELİK KAYBI OLAN KADININ JOHNSON'IN DAVRANIŞSAL SİSTEM MODELİ'NE GÖRE İNCELENMESİ: OLGU SUNUMU

Öğr.Gör. Rukiye DIKMEN^{1,2*}, Öğr.Gör. Emine İLKİN AYDIN^{1,3}, Prof.Dr. Sevil ŞAHİN⁴

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Öğrencisi

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, rukiyedikmen66@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0001-6811-263X> Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek

Yüksekokulu, rukiyedikmen66@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6811-263X>

³ Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, emine.ilkin@yobu.edu.tr,

<https://orcid.org/0000-0003-2991-4837>

⁴ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, sevilsahin1@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0001-7089-6648>

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı kadın hastalıkları ve doğum kliniğinde tekrarlayan gebelik kaybı sonrası kanama ve kan şekeri takibi yapılan kadına Johnson'ın Davranışsal Sistem Modeli'ne göre uygulanan hemşirelik bakımının açıklanmasıdır. Bu çalışma bir olgu sunumudur.

Yöntem: Çalışmada veriler, hastadan onam alındıktan sonra derinlemesine görüşme, gözlem, hasta dosyası ve Johnson'un Davranışsal Sistem Modelindeki alt sistemlerinde yer alan yedi basamaktan yararlanılarak yapılandırılmış soru yönergesi kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmada hasta ismine yer verilmemiş olup S.E olarak kodlama yapılmıştır.

Olgu: S. E 34 yaşında, beş yıllık evlidir. S.E düzensiz menstrüal öykü ve Polikistik over sendromuna (PCOS) sahiptir. S.E'nin obstetrik anamnezine bakıldığında gravidasının üç, paritesinin sıfır, abortusunun üç (G3 P0 A3) olduğu belirtilmiştir. Özgeçmişinde dört yıldır Diyabetes Mellitus (DM) hastası olduğu, altıncı ve onuncu haftalarda abortus ile sonuçlanan üç gebeliğinin olduğu öğrenilmiştir.

Bulgular: Bulgularımız S.E'nin bağlılık-yakın ilişkiler, bağımlılık, beslenme, boşaltım, cinsellik, başarı, saldırganlık-korumacı basamaklarında "Yetersizlik/eksiklik" tanılamalarının olduğu ve bu basamaklarda davranışlarını yönetemediğini ortaya çıkarmıştır. S.E'nin bu basamaklarda karşılaştığı stresörlere karşı etkin davranış değişikliği geliştiremediği için etkisiz baş etme yöntemlerine başvurduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç: Bu olgu sunumunda tekrarlayan gebelik kaybı olan hastaya Johnson'un Davranışsal Sistem Modeli kullanılarak bütüncül ve sistematik bir bakım sunulmuştur. Hemşirelik bakımında davranışlara odaklanılarak yapılan girişimlerin bireyin öz bakım gücünü arttırdığı gözlemlenmiştir. Davranış değişikliği sağlamanın hemşirenin önemli sorumluluğu olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tekrarlayan gebelik kaybı, doğum sonu, hemşirelik

EXAMINATION OF A WOMAN WITH RECURRENT PREGNANCY LOSS ACCORDING TO JOHNSON'S BEHAVIORAL SYSTEM MODEL: CASE REPORT

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to explain the nursing care applied according to Johnson's Behavioral System Model to a woman who had bleeding and blood glucose monitoring after recurrent pregnancy loss in the gynecology and obstetrics clinic. This study is a case report.

Method: After obtaining consent from the patient, data were obtained through in-depth interviews, observation, patient file and semi-structured questionnaire using the seven steps in the subsystems of Johnson's Behavioral System Model. The patient name was not included in the study and coded as S.E.

Case: S.E. was 34 years old, married for five years. S.E. had irregular menstrual history and polycystic ovary syndrome (PCOS). S.E.'s obstetric history included three gravidas, zero parity and three abortions (G3 P0 A3). It was learned that she had diabetes mellitus (DM) for four years and had three pregnancies resulting in abortion at sixth and tenth weeks.

Results: Our findings revealed that S.E. was diagnosed with "inadequacy/deficit" in the stages of attachment-close relationships, dependency, nutrition, excretion, sexuality, achievement, aggression-protective and could not manage her behaviors in these stages. It was observed that S.E. resorted to ineffective coping methods because she could not develop effective behavioral change against the stressors she encountered at these levels.

Conclusion: In this case report, a holistic and systematic care was provided to a patient with recurrent pregnancy loss using Johnson's Behavioral System Model. It was observed that interventions focusing on behaviors in nursing care increased the self-care power of the individual. It was concluded that providing behavioral change is an important responsibility of the nurse.

Key words: Recurrent pregnancy loss, postpartum, nursing

GİRİŞ

Tekrarlayan gebelik kaybının (TGK) tanımı tartışmaya açık ve uluslararası kılavuzlar arasında farklılık gösterebilmektedir. Amerikan Jinekoloji ve Obstetrik Derneği (ACOG, 2002) ve Avrupa Üreme ve Embriyoloji Derneği (ESHRE)' ye göre TGK iki veya daha fazla gebeliğin 20. haftadan önce veya fetal ağırlık 500 gramın altında iken gerçekleşen gebelik kaybı olarak tanımlanmıştır (ACOG, 2002; ESHRE, 2022). Tekrarlayan gebelik kaybına genetik, endokrin, uterin, immünojenik, trombofilik bozukluklar, anne-baba yaşları, çevresel faktörler ve ovaryan rezerv düşüklüğü neden olabilmektedir (Dimitriadis ve ark., 2020).

Gebelik sürecinde beklenmedik bir şekilde ortaya çıkan abortus, bu kaybı yaşayanlar için fiziksel ve psikolojik sorunlara neden olabilmektedir. Bu kaybı yaşayan kadınlar ağrı, enfeksiyon ve cinsel yaşamın etkilenmesi gibi fiziksel problemler ile karşılaşabilmektedir (Aba ve Ergün, 2016). Psikolojik sorunlar da ise çiftler bebek kaybı ve başarısız gebeliğe bağlı öfke, travma, yas, kızgınlık, korku, suçluluk, anksiyete gibi etkiler yaşayabilmektedir (Sadock ve ark., 2007).

Dorothy Johnson'un Davranışsal Sistem Modeli ve Hemşirelik Süreci

Bu model temel insan gereksinimleri üzerine dayandırılmıştır. Johnson, bireyi alt sistemleri olan davranışsal sistem bütünü olarak tanımlamaktadır (Oymağaçlı ve Karabacak, 2021). Modelde dört temel kavram olan insan, çevre, sağlık/hastalık, hemşirelik dışında davranış, davranışsal sistem, alt sistemler, denge, düzenleme, gerilim, stresör kavramlarını da açıklamıştır. Johnson bu kavramlardan biri olan alt sistemlerde yedi basamak üzerinde durmaktadır. Bunlar; bağıllık-yakın ilişkiler, bağımlılık, beslenme, boşaltım, cinsellik, başarı, saldırganlık-korumacı basamaklarıdır. Bu yedi basamak Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Johnson’ın Davranışsal Sistem Modeli’nde Alt Sistemler (Parker ve Smith, 2015; Dikmen, 2017)

Alt Sistemler	
1.Bağıllık-Yakın İlişkiler	Bireyin güçlü bir sosyal bağ oluşturmasını ifade etmektedir. Bireyin sosyal hayatının temelini oluşturmaktadır. Ait olma, kişilerarası ilişkiler, iletişim becerileri, sadakat, bağıllık gibi durumları içeren bir alt sistemdir.
2.Bağımlılık	Bireyin benliğine ilişkin onay, dikkat, tanıma ve yardım alma olarak ifade edilmektedir. Bu alt sistem bireysel bağımlılığın gelişmesine odaklanmaktadır. Örneğin eğer bir birey gereksinimlerini karşılamaya yönelik davranış sergileyemiyor ise bağımlılık alt sisteminde sorun olduğunu göstermektedir.
3. Beslenme	Bireyin, ne zaman, nasıl, ne, ne kadar ve hangi şartlar altında besleneceği ile ilgilidir. Bireyin besin alımı biyolojik olduğu kadar sosyal ve psikolojik faktörlerden de etkilenmektedir.
4.Boşaltım	Bireyin genel sisteminin çıktı mekanizmasını temsil etmektedir. Çünkü bu alt sistem metabolik atıkların atılmasını, dengenin sağlanmasını kapsamaktadır. Bireyin içinde bulunduğu biyolojik, fizyolojik ve sosyolojik faktörlerinden etkilenebilmektedir.
5.Cinsellik	Bireyin kendi cinsiyetine özgü beklentilerini yerine getirmesi, cinsel kimliğinin gelişmesi, üreme yetisi, cinsel istek ve karşı cins tarafından beğenilme durumlarını içeren bir alt sistemdir. Bu sistem kültürel norm ve değerlerden, biyolojik ve sosyal faktörlerden etkilenebilmektedir.
6.Başarı	Bireyin hedefe ulaşmak için çevresi ve kendisi arasındaki kontrolü sağlamak, şeklinde tanımlanmaktadır. Bu alt sistem davranışların değerlendirilmesini, yorumlanmasını da içermektedir. Birey belirlediği hedeflere ulaşmak için entelektüel, fiziksel, yaratıcı, mekanik, sosyal beceri alanlarını kullanabilir.
7.Saldırganlık-Korumacı	Bireyin yaşamının bütünlüğünü koruması ve sağlığını sürdürmesi gibi konuları içermektedir. Birey mevcut ya da olası bir tehlikeye karşı kendini ve başkalarını korumak için savunma tepkisi oluşturmaktadır.

Johnson'ın Davranışsal Sistem Modeli, hemşirelik sürecine rahatlıkla entegre edilebilmektedir. Modele göre; bireyin gereksinimdeki değişiklikler, günlük yaşam aktiviteleri, hastalık durumu sistemin kendi iç dengesinin bozulmasına neden olabilmektedir. Bu bozulmalar ise alt sistemlerin kendisi içerisinde ve diğer alt sistemler arasında görülebilmektedir. Bu süreçte hemşire sorunun, dengesizliğin nedenini araştırarak bireyin tekrar dengesinin kazandırılmasını sağlamaya çalışmalıdır. Modele göre hemşirelik süreci, tanılama, planlama ve uygulama, değerlendirme olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Velioğlu, 2012; Oymağaçlıo ve Karabacak, 2021).

Tanılama; modelde tanılama iki adımda gerçekleşmektedir. İlk adım ön tanılamada; bireyle ilk karşılaşıldığı andaki ön değerlendirmeyi içermektedir. Alt sistemlerde dengesizliğe neden olan davranışların olup olmadığı araştırılır (Velioğlu, 2012). Tanılamanın ikinci adımında ise, ilk adımda tespit edilen alt sistemdeki dengesizlikler daha ayrıntılı olarak incelenir. Hemşire bireydeki sözel ve sözel olmayan davranışları gözlemleyerek dengesizliğin yapısal mı yoksa işlevsel bir sorundan mı kaynaklandığına karar vererek uygun tanıyı koymalıdır (Alligood, 2014).

Planlama-uygulama; modele göre planlama ve uygulama bireyin alt sistemleri arasındaki dengeyi sağlaması ve devam ettirmesine odaklanmaktadır. Ancak tanılama aşamasında yapılan eksik ya da hatalı verilerin toplanması planlama ve uygulama basamağında sıkıntılar yaşanmasına neden olabilmektedir. Alt sistemlerde herhangi bir dengesizlik tespit edildiğinde hemşire bu dengesizliği gidermeye yönelik planlamalar yapar ve hedeflerinin başarıya ulaşması için uygun girişimlerde bulunmaktadır. Johnson'a göre bu girişimler; sınırlama, koruma, engelleme ve kolaylaştırmadan biri olabilir (Pektekin, 2013; Oymağaçlıo ve Karabacak, 2021).

Değerlendirme; hemşire yapılan girişimlerin istenilen davranış değişikliğine neden olup olmadığını incelemektedir. Hemşirenin planlayıp uyguladığı girişimler alt sistemdeki sorunu çözmüş veya bireyin bu duruma uyumlu tepki vermesi, sunulan bakımın başarılı olduğunu göstermektedir (Pektekin, 2013; Velioğlu, 2012).

Dorothy Johnson'un "*Davranışsal Sistem Modeli*" kavram haritası yazarlar tarafından hazırlanmış olup Şekil.1 de verilmiştir.

OLGU SUNUMU

S. E 34 yaşında, eğitim durumu lise, mesleği ev hanımıdır. Hasta 1,55 cm boyunda, 75 kg ağırlığındadır. Beş yıllık evlidir. Açıklanamayan tekrarlayan gebelik kaybı olan hasta, düzensiz menstrüal öykü ve Polikistik over sendromuna (PCOS) sahiptir. S. E'nin obstetrik anamnezine bakıldığında gravidasının üç, paritesinin sıfır, abortusunun üç (G3 P0 A3) olduğu belirtilmiştir. Özgeçmişinde dört yıldır Diyabetes Mellitus (DM) hastası olduğu, altı ila onuncu haftalarda abortus ile sonuçlanan üç gebeliğinin olduğu öğrenilmiştir. Tekrarlayan gebelik kaybına ilişkin anatomik, immünolojik, trombofili ve genetik faktörlerin araştırıldığı, herhangi bir problem olmadığı anamnezinde belirtilmiştir.

Son abortusu ile ilgili bilgiler; hasta dosyasında Ultrasonografik incelemede son adet tarihi ile uyumlu 8 haftalık intrauterin tek gebelik izlendiği belirtilmiştir. Vücut kitle indeksi 31 kg/m², HbA1c değeri %6.8 olan hastaya 1800 kilokalori diabetik diyet, tekrarlayan düşük nedeniyle günde 4000 IU Enoksaparin Sodyum başlanmıştır. Glukoz regülasyonu için insülin doz

ayarlaması yapılmıştır. Kan şekeri regüle edilen hasta bir hafta sonra vajinal kanama şikâyeti ile poliklinikte değerlendirilmiş, yatışı verilmiş ve üçüncü gebeliği de düşükle sonuçlanmıştır. Kanama ve kan şekeri takibi açısından bir hafta klinikte izlemi devam eden hastaya Johnson'un Davranışsal Sistem Modeli'ne göre hemşirelik bakımı planlanmış ve verilmiştir.

Yöntem: Çalışmada veriler, hastadan onam alındıktan sonra derinlemesine görüşme, gözlem, hasta dosyası ve Johnson'un Davranışsal Sistem Modelindeki alt sistemlerinde yer alan yedi basamaktan yararlanılarak yarı yapılandırılmış soru yönergesi kullanılarak elde edilmiştir (Parker ve Smith, 2015; Dikmen, 2017). Soru yönergesinde; "Sosyal hayatınızı nasıl tanımlarsınız?", "Günlük gereksinimlerinizi nasıl karşılıyorsunuz?", "Beslenme alışkanlarınız nasıldır?", "Boşaltım ihtiyacınızda problem yaşıyor musunuz?", "Cinsel sağlık ve üreme sağlığınızı nasıl tanımlarsınız?", "Belirlediğiniz hedeflere ulaşmak için neler yapıyorsunuz?", "Herhangi bir tehlike altında nasıl tepki verirsiniz?" olmak üzere toplam yedi soru bulunmakta olup, bireyin anlayabileceği şekilde sorular açıklanmıştır. Her bir görüşme ortalama 30 dakika sürmüştür. Görüşmeler sırasında ses kaydı alınmamış olup, ilk araştırmacı tarafından hastanın anlattıkları kelime-kelime yazıya geçirilmiştir. Yazılı dokümanlar oluşturulduktan sonra analiz etmek için öyküsel analiz yaklaşımı kullanılmıştır (Merriam, 2015). Bu yaklaşım ile Johnson'un Davranışsal Sistem Modeli'nde yer alan yedi basamağın anlaşılabilirliği kolaylaşmıştır. Analiz sonucunda elde edilen veriler Johnson'un Davranışsal Sistem Modeli çerçevesinde değerlendirilmiş, bu nedenle herhangi bir tema ve kategori oluşturulmamıştır. Bulgular, doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

Çalışmanın Etik Boyutu

Çalışmaya başlamadan önce görüşmenin yapılma amacı açıklanmıştır. Hastadan sözel ve yazılı "Aydınlatılmış Onam", alınmıştır.

BULGULAR VE HEMŞİRELİK BAKIM SÜRECİ

1.Bağlılık-Yakın İlişkiler

Fonksiyon: Yer ve zamana oryante olmasına karşın bireyin güçlü bir sosyal bağı bulunmamaktadır. Eşiyle duygularını paylaşmak istemekte ama iletişim sürecinde aksamalar mevcuttur. Arkadaşları ile bir araya gelmek istememektedir. '*Arkadaşlarımla da buluşsak konu hep bebek konusuna geliyor. Onların gebelikleri devam ediyor veya doğum yapmış bebeklerini büyütüyor oluyorlar. Annem hayatta olsaydı belki bana destek olurdu. Babamla da çok fazla görüşmüyoruz. O köyde yaşıyor. Gidip gelmek zor oluyor*'. Üçüncü düşüğünün olduğunu, yaptığı bir şey için cezalandırılıyor gibi düşündüğünü ifade etti. Bu düşükten sonrada çevresindeki insanların yine sorular sormasından dolayı kaygı yaşayacağını belirtti. Hastanede bulunduğu sürede kayınvalidesinin yanında olduğunu, onun yerine eşinin yanında olmasını istediğini belirtti.

Tanımlama: Yetersizlik/Eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

Gerginliğine neden olan faktörleri kontrol etme,

Hastayı duygularını ifade etme, güçlü ve zayıf yönlerini sıralama konusunda destekleme,

Hastaya kendini rahat ifade edebileceği bir ortam ve güven verici bir hemşire-hasta ilişkisi sağlama.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

Üzüntüsüne ve gerginliğine neden olan durumları değerlendirme. Aile süreçlerinde işlevsellik kazandırma.

S. E'nin duygularını farketme, kontrol etme ve aile üyeleri ile iletişimi güçlendirme konusunda gönüllü davranışlar göstermesi,

S. E'nin duygularını, güçlü ve zayıf yönlerini sıralaması,

S.E'nin beklenen amaçlara ulaşması için duygularını, güçlü ve zayıf yönlerini tanımlaması.

Planlama-Uygulama

Hedefler

S. E'nin duygu durum bozukluğuna sebep olan durumların saptanması,

S. E'nin duygularını anlatabilmesi,

S. E'nin anksiyete/stres yaşamasına neden olan çevresel faktörlerin (dışsal ve içsel) tanımlanabilmesi,

S. E'nin bakım planına kendisi ve aile üyelerinin de katılımının sağlanması.

Kolaylaştırıcı Girişimler

S. E'nin duygularını anlatması için zaman verilir,

S. E'nin yalnızlık ve kayıp süreçlerine ilişkin duygu ve düşüncelerini açıklaması sağlanır,

Düşüklerin hiçbir zaman yaptığı veya yapmadığı herhangi bir şeyden kaynaklanmadığı hatırlatılır,

Duygularının eşinden farklı olabileceği, eşinin de üzülebileceği ancak duygularını aynı şekilde ifade etmeyebileceği hatırlatılır,

S. E'nin eşi ve diğer bireylerle ile iletişimini artırıcı girişimler planlanır (telefon ile ya da refakatçi saatlerinde yüz yüze görüşme, vb.).

Koruyucu Girişimler

S. E'yi etkileyen çevresel etkenler kendisi ile birlikte belirlenir ve kontrol altına alınır,

S. E'nin motivasyonunu arttırmaya yönelik dışsal uyaranlar belirlenir (inanç vb.),

Hemşirelik sürecine S. E ve ailesi de dahil edilir,

S. E'nin hemşirelik sürecinin her seviyesine aktif katılımı sağlanır,

S. E'ye hastalığı ve süreci ile ilgili eğitim verilir.

Değerlendirme

Hemşirelik sürecinin ilk aşamasında anksiyeteli ve gergin davranışlar gösteren S. E, son aşama da duygularının farkında ve duygularını kontrol edebilen, aile üyeleri ile iletişimi güçlü davranışlar göstermiştir.

2.Bağımlılık:

Fonksiyon: Günlük yaşam aktivitelerini kendisinin yaptığını, hastane de kaldığı süre boyunca kişisel hijyen bakımını mobilizasyonu sınırlı olduğu (vajinal kanama) için refakatçi olan kayınvalidesinden ya da hemşirelerden yardım alarak gerçekleştirdiğini belirtti. Hastane öncesinde evde insülin saatlerini kayınvalidesinin hatırlattığını ifade eden hasta bu durumdan dolayı rahatsız olduğunu belirtmiştir.

Tanılama: Yetersizlik/eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

S. E'nin mobilizasyonunu arttırarak öz bakım gücünü artırma,

S. E ile insülin saatleri hakkında küçük hatırlatıcılar üzerinde konuşma uygun olan yöntemi seçmesini destekleme,

S. E'nin egzersizlerde aktif olması için uygulama saat ve süresi konusunda fikrini sormak, işlem sırasında hastanın kendi kendine egzersiz yapmasına olanak tanımak.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

Öz bakım yeteneğini güçlendirme,

Kendisinin veya başkasının sosyal, psikolojik ve kültürel ihtiyaç ve arzularına odaklanması,

Kendi bağımlılığın tersini gerektiren durumlar bilmesi ve kabullenmesi,

Toplam bağımlılık durumunda giderek gelişme göstermesi.

Planlama-Uygulama:

Kolaylaştırıcı Girişimler

S. E'nin başkalarından yardım alma konusundaki fikirlerini rahatça anlatacağı bir ortam sağlanır,

S. E eşinden daha sonra diğer insanlardan gelecek yardımı kabul etmesi için desteklenir,

S. E'nin hastalığı ve hastanede kalmaya ilişkin duygu ve düşüncelerini anlatması için zaman verilir,

S. E'nin bağımlılık alt fonksiyonunda dengesizlik oluşturan çevresel faktörler tanımlanır ve bunlar hemşire tarafından kontrol altına alınır,

S. E'nin uykusunu etkileyen uyaranları açıklaması sağlanır.

Değerlendirme: Hastane sürecinde öz bakım eksikliği ve bazı fiziksel sorunlar yaşayan

S. E'nin hemşirelik sürecinin son seviyelerinde bağımsız fonksiyonları artmıştır.

3.Beslenme:

Fonksiyon: “*Beslenme de sıkıntı yaşıyorum, sürekli açım. Çok susama hissi çekiyor, sık idrara çıkıyorum*”. S. E'nin kan şekeri ve karaciğer enzimleri yüksektir (HbA1c: 6.8%, AST: 84 U/L, ALT:55 U/L, GGG:47 U/L). Diyet yemeklerine uyum göstermediğini belirtmiştir (tuzlu, şekerli gıdaları tükettiğini söyledi).

Tanımlama: Yetersizlik/eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

DM tanısı olan S. E'nin kan şekerinin yükselmesini önleme,

S. E'nin diyet konusunda eğitim verilmesi,

S. E'yi kan şekeri ve tam kan sayımı değerleri konusunda bilgilendirerek diyetle uyumunu sağlamak.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

S. E'nin kan şekerinin yükselmesini önleme

S. E'nin diyabet beslenmesi konusunda eğitim verilmesi

S. E'nin bu eğitimleri kabul etmesi

S. E'nin eğitimlere uygun beslenme düzeni göstermesi

Planlama-Uygulama

Hedefler

S. E'nin hastalığına ve diyetine uygun beslenme düzeninin oluşturulması,

S. E'nin fizyolojik durumlarının düzenli aralıklarla takip edilmesi,

S. E'nin çevresinden aldığı duygusal ve davranışsal girdileri tanımlayabilmesi,

S. E'nin kan glukoz değeri ve karaciğer fonksiyon değerlerinin düzenli aralıklarla takip edilmesi.

Kolaylaştırıcı Girişimler

S. E'nin beslenme alışkanlıkları değerlendirilir. S. E'nin beslenme değişikliğini ortaya çıkaran nedenler araştırılır,

S. E'nin mevcut durumuna uygun beslenme düzeni oluşturulur,

S. E ve yakınlarına uygulanabilir diyet ve egzersiz programlarına uymaması durumunda gelişebilecek komplikasyonlar hakkında bilgilendirme yapılır.

S. E ve yakınlarının hipoglisemi ve hiperglisemi semptomlarını öğrenmesi sağlanır,

S. E ve yakınlarına hipoglisemi ve hiperglisemi gelişmesi durumunda yapılması gerekenler açıkça belirtilir,

S. E'nin kan glikoz regülasyonlarını kendi kendisine yönetme yetenekleri geliştirilir.

İnsülin tedavisi hakkında yeterince bilgilendirilir,

S. E'nin aldığı girdileri nasıl anlamlandırdığına ilişkin duygu ve düşüncelerini açıklaması sağlanır.

Değerlendirme: S. E'nin kan glukoz düzeyi takibinde kan şekeri değerleri ve karaciğer fonksiyon testleri normal sınırlarda seyir gösterdi, hemşirelik süreci sonrası diyetine uygun davranışlar gösterdi.

4.Boşaltım

Fonksiyon: Düzenli defekasyon alışkanlığı olmadığını, konstipasyon sorunu yaşadığını belirtti.

Tanılama: Yetersizlik/eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

Düzenli bir defekasyon alışkanlığı geliştirme ve konstipasyonu önleme,

S. E'ye konstipasyona yönelik beslenme ve düzenli defekasyon alışkanlığı konusunda eğitim verilmesi,

S. E ile birlikte defekasyon saatleri belirlemek ve S. E'yi tuvalete gitmesi için desteklemek, sevdiği yiyeceklerin diyetine dahil etmek.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

S. E'nin konstipasyon yaşamamasını önleme

S. E'nin konstipasyon konusunda eğitim verilmesi

S. E'nin bu eğitimi kabul etmesi

S. E'nin eğitime uygun davranışlar göstermesi.

Planlama-Uygulama

Hedefler

S. E'nin düzenli defekasyon alışkanlığının sağlanması,

S. E'nin konstipasyon sorununa yönelik girişimlerin planlanması,

S. E'nin çevresinden aldığı eleştiri durumlarına yönelik duygu ve düşüncelerini anlatabilmesi.

Kolaylaştırıcı Girişimler

Mobilizasyonu kısıtlı olan S. E'ye, yatak içerisinde aktif ve pasif egzersizleri yapması için yönlendirilir.

Koruyucu Girişimler

S. E'nin çevresinden aldığı eleştirilere yönelik duygu ve düşüncelerini rahatça ifade edebileceği bir çevre sağlanır,

S. E'nin eleştirilere karşı gösterdiği davranışlarda farkında olması sağlanır,

S. E'nin düzenli defekasyon alışkanlığı için beslenme ve boşaltım saatleri düzenlenir,

S. E'nin günlük olarak yeterli sıvı alımı kontrol edilir,

S. E'nin posalı besinler yemesi sağlanır.

Değerlendirme: S. E'nin mobilizasyonu artırıcı davranışlar göstererek bunu kontrol etmeye istekliydi ancak, hastane süreci öncesi ve sırasında konstipasyon sorunu yaşayan hastanın konstipasyon sorunu devam etmektedir.

5.Cinsellik

Fonksiyon: *‘Eşim, düşüklerden dolayı gebelik konusunda ısrarcı değil artık. Ama ben yine de gebe kalıp bir bebek sahibi olmak istiyorum (cinsellik bebek odaklı). Kilolu olduğum için beni beğenmiyor artık. AP kullanmak istemiyorum’.*

Tanımlama: Yetersizlik/eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

S. E'nin cinsellik algısındaki bozukluğu önleme,

S. E'nin cinsellik ve cinsel sağlık algısını etkileyen durumları, duygu ve düşünceleri anlatması için desteklenmesi,

S. E'nin cinsellik ve cinsel sağlığa ilişkin duygu ve düşüncelerini ifade etmesi için uygun bir ortam sağlama.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

S. E'nin cinsellik ve cinsel sağlık algısının bozulmasını önleme,

S. E'nin cinsel yaşam ve cinselliğe ilişkin düşüncelerini ifade etmesi için uygun bir çevre sağlanması,

S. E'nin cinsel yaşam ve cinselliğe ilişkin düşüncelerini rahatça anlatması,

Cinsellik ve cinsel sağlık algısı bozulan hastanın iyileştirici davranışlar göstermesi.

Planlama-Uygulama

Hedefler

S. E'nin cinsel yaşam ve cinselliğe ilişkin düşüncelerini ifade edebilmesi.

Kolaylaştırıcı Girişimler

S. E'nin cinsel yaşam ve cinselliğe ilişkin düşüncelerini ifade etmesi için uygun bir çevre sağlanır.

Koruyucu Girişimler

S. E'nin cinsellik kavramına yönelik algısının ne olduğunu açıklaması sağlanır.

Değerlendirme: Cinsel yaşam ve cinselliğe ilişkin düşüncelerini ifade eden S. E de iyileştirici davranışlar (cinselliği sadece bebeğe odaklı yaşamının yanlış olduğunu ifade etti) gözlenmeye başlandı. Abortus sonrası en az altı ay sonra gebe kalmamasının önemini fark ettiğini ifade etti.

6.Başarı

Fonksiyon: Kilolu olmadığı zamanlardaki eski sağlığına kavuşmak istiyor, bu konuda gergin ve kaygılı olduğu gözlemlendi. Bunu da en çok gebeliğin sürmesi için istediğini belirtti. *‘Doktorlar kilo kontrolümü sağlamam gerektiğini söylüyorlar dedi. Ama ben bir gün beslenmeme dikkat ediyorum diğer günler yine aynı düzensizlikle devam ediyorum’.*

Tanımlama: Yetersizlik/eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

Sağlıklı ve bağımsız yaşantısına dönmesinin sağlanması,

S. E'nin sağlık yönetimi ve gücünü artırabilmesi için öz bakım gücünü destekleyici girişimler yapılması,

Girişimler belirlenirken hastanın da tercihlerini sormak ve hasta ile birlikte kararlar alınması.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

S. E'nin sağlık yönetimini ve gücünü arttırmasını sağlama,

S. E'nin eski sağlığına kavuşma konusunda istekli olması,

S. E'nin öz bakım gücünü artırıcı destekleyici seçimler sağlanması,

S. E'nin öz bakım gücünü artırıcı davranışlar gösteriyor olması.

Planlama-Uygulama:

Hedefler

S. E'nin DM e ilişkin duygu ve düşüncelerini ifade etmesi,

S. E'nin DM tanımı, etiyolojisi, prognozu ve bakımına yönelik bilgilendirme yapılması,

S. E'nin duygu durumunun takip edilmesi,

S. E'nin hastanede kalma, hasta olmaya ilişkin duygu ve düşüncelerini açıklaması,

Kolaylaştırıcı Girişimler

S. E'nin hastanede kalma ve hasta olmaya ilişkin duygu ve düşüncelerini açıklaması sağlanır,

S. E'nin gergin ve huzursuz hissetmesine neden olan durumları tanımlayabilmesi sağlanır,

Bu durumları kontrol edebilecek destekleyici davranışlara ulaşmak için birey ile birlikte planlama yapılır.

Koruyucu Girişimler

S. E'nin hastalığına ilişkin duygu ve düşüncelerini ifade etmesi için uygun ortam sağlanır,

S. E'nin DM tanımı, etiyolojisi, prognozu ve bakımına yönelik eğitim verilir,

S. E'nin duygu durumundaki değişiklikler takip edilir,

Değerlendirme: S. E'de gözlenen gergin ve huzursuz davranışlar, mükemmeliyetçilik algısı ve yardım istememe durumlarına ilişkin hemşirelik süreci sonrası sakin ve uyumlu davranışlar gözlemlendi. S. E'ye verilen eğitim sonrasında DM'de beslenme, diyet ve insülin enjeksiyonlarının tam ve zamanında yapılmasının önemini anladığını ifade etti.

7.Saldırganlık-Korumacı

Fonksiyon: S.E yaşamının bütünlüğünü koruması ve sağlığını sürdürmesi konularında diyetine uymadığını, düzenli egzersiz yapmadığını, insülin saatlerine dikkat etmediğini belirtmiştir. "İnsülin saatlerini kayınvalidem hatırlattığında ona karşı kızgınlık besliyorum. Benim sağlığımdan ziyade bebek için bu durumu düşünüyor gibi ifade ediyor bunu.". Hasta da huzursuz davranış gözlemlendi. Hastalığının kaygı seviyesini arttırdığı ve eşi ile ilişkisinin bozulması konusunda şikâyetçi olduğu anlaşıldı. Ayrıca hasta gebelik kaybından dolayı kendisini kötü hissettiğini, bu durumla baş edemediğini belirtmektedir. Gebelik kaybından dolayı kendisini suçlama davranışında olduğu gözlemlendi.

Tanımlama: Yetersizlik/eksiklik

Hastanın fonksiyonel gereksinimlerinin değerlendirilmesi (Koruma/Destekleme/Uyaran Verme)

Kişiyle bireysel, destekleyici bir ilişki kurmasını sağlama,
Aile üyeleri ile konuşularak bu durum ile ilgili ortak karar alınması konusunda yardımcı olunması,

Kişinin gerekirse kaygı ve endişeleri için psikiyatriden destek alması sağlanır.

Hastanın yapısal bileşenlerinin değerlendirilmesi (Hedef /Eğilim /Seçim /Davranış)

Kendine veya başkalarına potansiyel tehdit oluşturan biyolojik, çevresel ya da sağlık sistemlerini tanınması,

Kendine veya başkalarına gelen tehditi azaltmak için, biyolojik, çevresel ve sağlıkla ilgili değişimleri yapmak için kaynakları ve geribildirimleri kullanması,

Kişinin kimliğini ve benlik kavramının korunması,

Planlama-Uygulama:

Hedefler

S. E'nin kendini savunma ve stresle baş etme mekanizmalarının hemşire tarafından gözlenmesi,

S. E'nin öz benliğini etkileyebilecek çevresel uyaranların (içsel ve dışsal) fark edilmesi,

S. E'nin yardım alma konusunda duygu ve düşüncelerini anlatması için fırsat verilmesi.

Koruyucu girişimler

Hastanede yattığı süreç içinde hastanın kendini savunma ve stresle baş etmede gösterdiği davranışları izlenir,

S. E'nin benliğini etkileyebilecek çevresel uyaranlar (içsel ve dışsal) izlenir (eşi, kayınvalidesi ve sağlık personelleri ile iletişimi, bakım ve tedaviye verdiği tepki, vb.),

İnsülin enjeksiyonları için hatırlatıcı takvim oluşturulması hastanın da eğitime dahil edilmesi sağlanır.

Kolaylaştırıcı Girişimler

S. E'nin farklı birinden yardım alma konusunda duygu ve düşüncelerini anlatması sağlanır,

S. E'nin kendinde sevdiği ve sevmediği özelliklerini tanımlaması sağlanır,

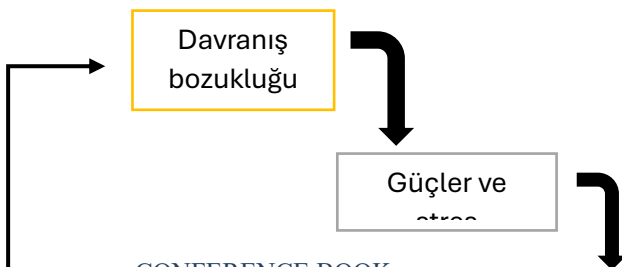
S. E tekrar dengeli davranış kazanabilmesi için desteklenir,

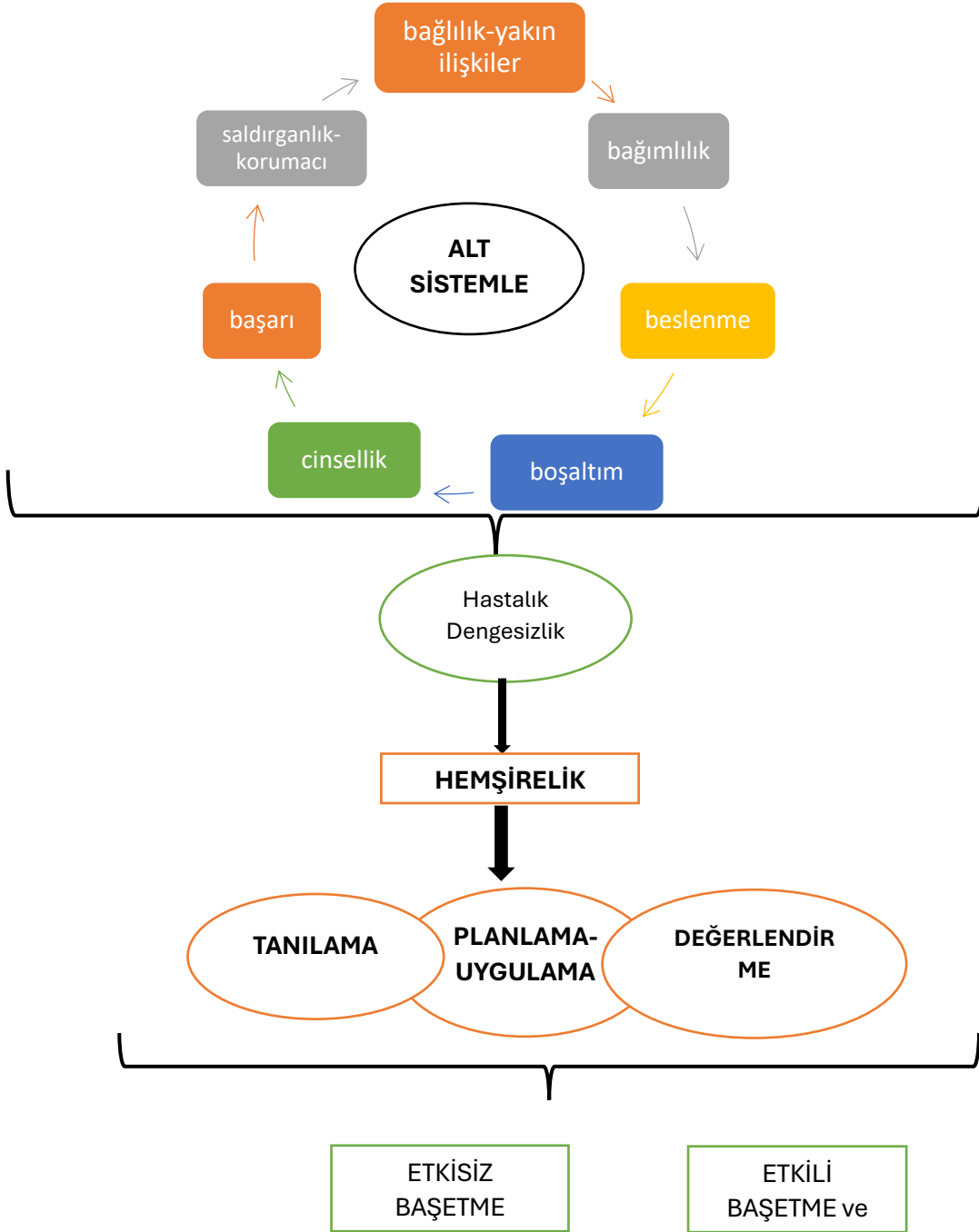
S. E'nin istedik davranışa ulaşabilmesi için hasta ile birlikte hareket edilir.

Değerlendirme: S. E'nin stresle baş etme mekanizmaları değerlendirildi. Etkili baş etme yöntemlerinden gevşeme egzersizleri, solunum egzersizleri, fiziksel egzersiz, masaj terapisi, müzik terapisi, maneviyatı güçlendirme gibi yöntemlerin farkına vardığını ifade etti. İnsülin enjeksiyonları için takvim yöntemini uygulayacağını ifade etti.

Şekil 1. Dorothy Johnson Davranışsal Sistem Modeli Kavram Haritası (Karadağ ve ark., 2017; Holaday, 2010; Grubbs, 1980).

Yukarıdaki kaynaklardan derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur.





TARTIŞMA

Tekrarlayan gebelik kaybı (TGK) çiftlerde önemli derecede duygusal etki oluşturabilmektedir. Çalışmalar TGK yaşayan kadınlar üzerine odaklansa da (Kağami ve ark. 2012, Toffol ve ark., 2013), erkekler üzerinde bıraktığı duygusal etki üzerine çalışmalar da yapılmıştır (Boynton, 2015). Ancak yapılan çalışmalarda erkek üzerindeki psikolojik etkinin daha az anlamlı olabileceği belirtilmiştir (Hedegaard ve ark., 2021). Tek gebelik kaybindan sonra hissedilen kayıp ve keder duyguları, tekrarlanan gebelik kayıplarında yerini kişisel başarısızlık gibi

duygulara bırakabilmektedir (Bardos ve ark., 2015). Bu durum kadında stresin daha da artmasına neden olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada TGK tanısı olan kadınlarda stres seviyelerinin kontrol grubuna kıyasla daha yaygın saptandığı belirtilmiştir (Koltte ve ark., 2015). Ayrıca orta ila şiddetli depresyon olasılığının, TGK tanısı olan kadınlarda beş kat fazla yüksek olduğu belirtilmiştir (Koltte ve ark., 2015). Hemşireler çiftlere stresin TGK ile ilişkili olduğunu ancak stresin gebelik kaybının doğrudan bir nedeni olduğuna dair kanıt olmadığı bilgisini vermelidir (ESHRE, 2022).

Obezite, kadın üreme sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Artan vücut kitle indeksinin (VKİ) subfertiliteye, infertilite tedavisi sonrası da olumsuz sonuçlara ve gebelik kaybına neden olabileceği gösterilmiştir (Pandey ve ark., 2010). 1644 obez kadın ve 3288 kontrol hastasının incelendiği sistematik bir incelemede obez kadınların normal VKİ'ye sahip kadınlara göre daha yüksek TGK prevalansı olduğu bildirilmiştir (Boots ve Stephenson, 2011). Obezite, TGK'da güçlü bir risk faktörü olmakla birlikte kilo kaybının ardışık gebelik kaybı üzerindeki etkisini değerlendiren çalışma bulunmamaktadır. Fakat, kilo kaybı, fertilite sonuçları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olup aynı zamanda gebelik ve doğum sırasında kardiyovasküler ve diyabetik komplikasyonları azaltarak morbidite/mortalite oranlarını en aza indirebilmektedir (ESHRE, 2022). Hemşireler kadına sağlıklı yaşam tarzı değişikliklerinin öneminden bahsetmeli ve uygun girişimler planlamalıdır.

Tıbbi bakımın sunumu ve organizasyonu da çiftlerin deneyimini etkilemektedir. Tıbbi tecrübeye ek olarak, sağlık ekibinin hastanın öyküsünü bilmesi ve şefkatli bir bakım sunması (anlayış gösterme, ciddiye alma, empati), ve açık bir bilgilendirme (TGK ve süreci hakkında) sağlaması oldukça önemlidir (Musters ve ark., 2013). Bilgi sağlama tekrarlayan gebelik kaybı polikliniğinde çalışan personellerin en önemli amaçlarından biridir (ESHRE,2022). Burada çalışan personellerden biri de hemşireler olabilmektedir. Hemşireler; hastayı bir birey olarak tanımalı, kapsamlı öykü almalı, sorulara, bilgilendirmeye zaman ayırmalı, iyi dinleme becerisine sahip olmalı, kadın ve eşine saygı duymalı, açık ve duyarlı bir dil kullanmalı, süreç hakkında yanlış güven vermekten kaçınılmalı, nazik olmalı ve sonraki gebelik sürecinde ekibe kolay ulaşımın sağlanması için yardımcı olmalıdır (ESHRE, 2022).

Bu olgu sunumunda tekrarlayan gebelik kaybı olan hastaya Johnson'un Davranışsal Sistem Modeli kullanılarak bütüncül ve sistematik bir bakım sunulmuştur. Hemşirelik bakımında davranışlara odaklanılarak yapılan girişimlerin bireyin öz bakım gücünü arttırdığı gözlemlenmiştir. Davranış değişikliği sağlamanın hemşirenin önemli sorumluluğu olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Aba, Y. A., and Ergün, G. (2016). Post-Abortion Syndrome and nursing approaches. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 768-777, <https://doi.org/10.14687/ijhs.v13i1.3577>.

Alligood MR. (2014). *T. A. Nursing Theory: Utilization & Application*. 3rd ed America: Mosby Company; p.41-3.

- American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2002). ACOG practice bulletin. Management of recurrent pregnancy loss. Number 24, February 2001. (Replaces Technical Bulletin Number 212, September 1995). American College of Obstetricians and Gynecologists. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics*, 78(2), 179–190. [https://doi.org/10.1016/s0020-7292\(02\)00197-2](https://doi.org/10.1016/s0020-7292(02)00197-2)
- Bardos, J., Hercz, D., Friedenthal, J., Missmer, S. A., & Williams, Z. (2015). A national survey on public perceptions of miscarriage. *Obstetrics and gynecology*, 125(6), 1313–1320. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000000859>
- Boots, C., & Stephenson, M. D. (2011). Does obesity increase the risk of miscarriage in spontaneous conception: a systematic review. *Seminars in reproductive medicine*, 29(6), 507–513. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1293204>
- Boynton P. (2015). Miscarriage: you don't have to be strong for me. *Lancet (London, England)*, 385(9964), 222–223. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(15\)60047-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)60047-2)
- Dikmen Y. (2017). Dorothy E. Johnson: Davranışsal Sistem Modeli. Karadağ A, Çalışkan N, Baykara Z, editörler. *Hemşirelik Teorileri ve Modelleri*. İstanbul: Akademi Basın ve Yayın, s. 578-602.
- Dimitriadis, E., Menkhorst, E., Saito, S., Kutteh, W. H., & Brosens, J. J. (2020). Recurrent pregnancy loss. *Nature reviews. Disease primers*, 6(1), 98. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00228-z>
- ESHRE Guideline Group on RPL, Bender Atik, R., Christiansen, O. B., Elson, J., Kolte, A. M., Lewis, S., Middeldorp, S., Mcheik, S., Peramo, B., Quenby, S., Nielsen, H. S., van der Hoorn, M. L., Vermeulen, N., & Goddijn, M. (2023). ESHRE guideline: recurrent pregnancy loss: an update in 2022. *Human reproduction open*, 2023(1), hoad002. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoad002>
- Grubbs, J. (1980), An interpretation of the Johnson behavioral system model for nursing practice. J. P. Riehl and C. Roy (Eds.), *Conceptual models for nursing practice*. Second Edition, New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hedegaard, S., Landersoe, S. K., Olsen, L. R., Krog, M. C., Kolte, A. M., & Nielsen, H. S. (2021). Stress and depression among women and men who have experienced recurrent pregnancy loss: focusing on both sexes. *Reproductive biomedicine online*, 42(6), 1172–1180. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2021.03.012>
- Holaday, B. (2010). Nursing theorist and their work in behavioral system model, (Eds) Martha Raile Alligood and Ann Marriner Tomer, Mosby Elsevier
- Kagami, M., Maruyama, T., Koizumi, T., Miyazaki, K., Nishikawa-Uchida, S., Oda, H., Uchida, H., Fujisawa, D., Ozawa, N., Schmidt, L., & Yoshimura, Y. (2012). Psychological adjustment and psychosocial stress among Japanese couples with a history of recurrent pregnancy loss. *Human reproduction (Oxford, England)*, 27(3), 787–794. <https://doi.org/10.1093/humrep/der441>
- Karadağ A, Çalışkan N, Baykara ZG. *Hemşirelik Teorileri ve Modelleri*. 1. Baskı. İstanbul: Akademi Basın ve Yayıncılık; 2017.

- Kolte AM, Olsen LR, Mikkelsen EM, Christiansen OB, Nielsen HS. Depression and emotional stress is highly prevalent among women with recurrent pregnancy loss. *Human reproduction* (Oxford, England) 2015;30: 777- 782.
- Merriam SB. (2015). *Nitel Araştırma Desen ve Uygulama için Bir Rehber*. (Çev. Ed Selahattin Turan). İstanbul: Nobel Yayın. 21-39, 161-199.
- Musters, A. M., Koot, Y. E., van den Boogaard, N. M., Kaaijk, E., Macklon, N. S., van der Veen, F., Nieuwkerk, P. T., & Goddijn, M. (2013). Supportive care for women with recurrent miscarriage: a survey to quantify women's preferences. *Human reproduction* (Oxford, England), 28(2), 398–405. <https://doi.org/10.1093/humrep/des374>
- Oymağaçlıo, K., & Karabacak, B. G. (2021). Multiple Sklerozlu Bir Hastanın Dorothy Johnson'ın Davranışsal Sistem Modeline Göre İncelenmesi: Olgu Örneği. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 24(4), 579-588.
- Pandey S, Pandey S, Maheshwari A, Bhattacharya S. The impact of female obesity on the outcome of fertility treatment. *J Hum Reprod Sci*. 2010 May;3(2):62-7. doi: 10.4103/0974-1208.69332. PMID: 21209748; PMCID: PMC2970793.
- Parker ME, Smith MC. (2015). *Nursing Theories And Nursing Practice*, Fourth Edition. United States Of America F.A. Davis. Bonnie Holaday, syf 89.
- Pektekin Ç. (2013). *Hemşirelik Felsefesi: Kuramlar Bakım Modelleri ve Politik Yaklaşımlar*. İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi, 1. Baskı; p.100-60.
- Sadock, B. J., Sadock, V. A., & Levin, Z. E. (Eds.). (2007). *Kaplan and Sadock's study guide and self-examination review in psychiatry*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Toffol, E., Koponen, P., & Partonen, T. (2013). Miscarriage and mental health: results of two population-based studies. *Psychiatry research*, 205(1-2), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2012.08.029>
- Velioğlu P. *Hemşirelikte Kavram ve Kuramlar*. İstanbul: Akademi Basın ve Yayıncılık 2012. p.450-500

SEZARYEN İLE DOĞUM YAPAN KADINLARDA SOSYAL DESTEK VE PSİKOLOJİK DAYANIKLIK: EMZİRME ÜZERİNE ETKİLERİ

Doktor Öğretim Üyesi, ASLI URAL

Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, asli.ural@yobu.edu.tr -0000-0002-0118-4505

ÖZET

Dünya Sağlık Örgütü sezaryen oranlarının tüm doğumlar içinde %10'u geçmemesini önermektedir. 2018 yılı Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırmalarına göre Türkiye'de tüm doğumlar içinde sezaryen doğumların sıklığı %52'dir. Sezaryen ile doğum sonrası kadınların çeşitli fiziksel ve psikososyal sorunlar yaşadığı, bununla birlikte komplikasyonların daha fazla görüldüğü ifade edilmektedir. Sezaryen ile doğum yapan kadınlarda cerrahi operasyon nedeniyle emzirmenin olumsuz etkilendiği görülmektedir. Sosyal desteğin doğum sonu dönemde emzirme öz yeterliliği üzerine olumlu etkileri olduğu, eş ve aile desteğinin emzirme öz yeterlilik düzeylerini artırdığı bildirilmektedir. Aynı zamanda emzirmenin sürdürülebilmesi için psikolojik dayanıklılığının geliştirilmesinin önemli katkı sağlayacağı belirtilmektedir. Emzirme ile ilgili sorunların çözümüne yönelik psikolojik dayanıklılığın güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle bu derlemede sezaryen ile doğum yapan kadınlarda sosyal destek ve psikolojik dayanıklılık ve emzirme üzerine etkileri ele alındı.

Anahtar Kelimeler: Sezaryen ile doğum, sosyal destek, psikolojik dayanıklılık, emzirme.

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü sezaryen oranlarının tüm doğumlar içinde %10'un üzerinde olmasını önermemektedir (DSÖ, 2024). 2018 yılı Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırmalarına (TNSA) göre Türkiye'de tüm doğumlar içinde sezaryen doğumların sıklığı %52'dir (TNSA, 2018). Bu doğrultuda Türkiye'de sezaryen ile doğum yapan kadınların oranının fazla olduğu belirtilmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Tıbbi açıdan gerek duyulduğunda, sezaryen, perinatal mortalite ve morbiditeyi etkili olarak önleyebilmektedir (Korkut ve Kaya, 2019). Fetal distres, iri bebek, baş-pelvis uyumsuzluğu, fetüsün duruş bozuklukları gibi durumlarda maternal ya da fetal sağlık için risk söz konusu olduğunda vajinal doğum riskli olabilmektedir. Bu durumlarda doğumun sezaryen ile gerçekleşmesi hem anne hem de yenidoğanın sağlığını korumak açısından önemli bir karar olarak görülmektedir (Duman ve Gölbaşı, 2024). Sezaryen ile doğum sonrası kadınların çeşitli fiziksel ve psikososyal sorunlar yaşadığı ve komplikasyonların daha fazla görüldüğü ifade edilmektedir (Güngör ve ark., 2004). Sezaryen ile doğum yapan kadınların cerrahi operasyon nedeniyle emzirme yeteneklerinin olumsuz etkilendiği ve emzirmenin olumsuz etkilenmesinin emzirmeye ilişkin öz yeterlilik algısını da negatif yönde etkileyeceği düşünülmektedir (Karlström ve ark., 2007). Sezaryen ile doğum yapan annelerin emzirme başarısı ve emzirme öz yeterliliğinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Kılıcı ve Çoban, 2016). Dennis (2006) erken postpartum dönemde emzirme öz yeterliliğini belirleyen faktörleri değerlendirmiş, doğum şeklinin emzirme öz yeterliliğini belirleyici bir faktör olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte kadınların emzirme öz yeterliliği, doğum şekli dışındaki bazı faktörler tarafından da etkilenmektedir (Mermer ve

ark., 2010; Guo ve ark., 2022). Bu nedenle sezaryen ile doğum yapan kadınların sosyal destek ve psikolojik dayanıklılıklarının emzirme öz yeterliliği üzerine etkisini belirlemek önemlidir.

Sezaryen ile Doğum Yapan Kadınlarda Sosyal Desteğin Emzirme Üzerine Etkisi

Sosyal destek, kişinin ailesi ve arkadaşları tarafından sevildiğine, onaylandığına ve değer verildiğine inanmasını sağlayan bilgileri içermektedir. Sosyal destek, bir kişi hakkındaki destekleyici kişilerin inançlarının ona iletildiği ve onun öz yeterliliğini etkilediği bir süreç olarak kabul edilmektedir (Maleki-Saghooni ve ark., 2020). Aile ortamı, ilk sosyal destek deneyimlerinin kazanıldığı yer olarak belirtilmektedir. Diğer sosyal destek kaynakları arasında akrabalar, arkadaşlar, akrabalar, komşular ve meslektaşlar bulunmaktadır (Maleki-Saghooni ve ark., 2020). Postpartum dönemde kadınlar yaşamış oldukları duygu durum ve biyolojik değişikliklere bağlı olarak sosyal desteğe ihtiyaç duymaktadır (Çınar ve ark., 2023). Sosyal desteğin emzirme öz yeterliliği artırdığını bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (Çınar ve ark., 2015; Maleki-Saghooni ve ark., 2020). Bal ve ark (2021)'nin bir kamu hastanesinin lohusa servisinde yapmış olduğu araştırmaya göre postpartum dönemde yalnızlık arttıkça sosyal desteğin azaldığı dolayısıyla annelerin emzirme öz yeterliliğinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Yine Kumral (2021)'in çalışmasına göre kadınların eşleri tarafından fiziksel, sosyal ve duygusal açıdan desteklenmesi, emzirme öz yeterlilik düzeylerini artırdığı bildirilmiştir. Doğum sonrası emziren annelerin eş ve ailesi tarafından aldığı sosyal desteğin emzirme ile ilgili sorunlarla başa çıkmasında çok önemli olduğu belirlenmiştir (Dündar 2021). Morgado ve ark (2013)'ünün çalışmasında emzirme sırasında diğer annelerden gelen sosyal destek arttığında emzirmenin ve emzirmenin devam ettirilmesinin o kadar başarılı olacağı sonucuna varılmıştır.

Sezaryen ile Doğum Yapan Kadınlarda Psikolojik Dayanıklılığın Emzirme Üzerine Etkisi

Psikolojik dayanıklılık, kişinin "zorluk, travma, trajedi, tehdit ve stres kaynakları" karşısında uyum sağlama süreci olarak tanımlanmaktadır (APA 2017). Psikolojik dayanıklılık, bireyin stres veya sıkıntı karşısında psikolojik veya fiziksel sağlık düzeyini koruma yeteneği olarak ifade edilmektedir (Ocak Aktürk ve Yılmaz, 2023). Aynı zamanda bireyin bir kişilik özelliği olarak zor yaşamsal tecrübeler ile (sağlık sorunları, finansal problemler, travmatik olaylar vb.) karşılaştıktan sonraki toparlanması, zorlukların üstesinden gelme gücü ve esneklik anlamlarında da kullanılmaktadır. Psikolojik dayanıklılığın, stresle ilgili yaşam deneyimlerimizden elde edilen öğrenmeden ortaya çıktığı düşünülmektedir (Aburn ve ark. 2016). Emzirmenin sürdürülebilmesi için çevresel stresörlerin azaltılarak psikolojik dayanıklılığının geliştirilmesinin önemli katkı sağlayacağı bildirilmektedir (Guo ve ark., 2022). Montgomery ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan çalışmada, emzirme başarısının psikososyal strese karşı dayanıklılık ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada emzirme sırasında yaşanan sorunların çözümüne yönelik psikolojik dayanıklılığın güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Wilson ve ark., 2012). Yeşilkaya (2022)'nin Türkiye'de yaptığı çalışmada psikolojik dayanıklılık ölçeği ve emzirme özyeterlilik ölçeği toplam puanları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Buna karşın psikolojik dayanıklılık ölçeği alt boyutlarından kişinin sosyal çevresinden yardım almasıyla ilişkili olan "sosyal yeterlilik"

boyutu ile emzirme özyeterlilik ölçeği arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Sosyal yeterlilik düzeyi arttıkça emzirme özyeterlilik puanlarının arttığı belirtilmiştir (Yeşilkaya, 2022).

Sonuç

Dünya Sağlık Örgütü, UNICEF ve Amerikan Pediatri Akademisi, yalnızca emzirmeyi, yaşamın ilk 6 ayında bebekleri beslemek için en uygun yöntem olarak kabul etmekte ve 2 yaşına kadar emzirmenin sürdürülmesini önermektedir (DSÖ, 2024; Meek ve ark., 2022; UNICEF, 2023). Doğum sonu dönemde sağlanacak olumlu sosyal destek de psikolojik dayanıklılık düzeyini arttıran bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır (Ayers ve ark., 2016; Dikmen-Yıldız ve ark., 2018). Ebe/hemşireler, kadınların gebelik planladıkları dönemden itibaren sosyal destek ağlarını gözden geçirmeli, algıladıkları sosyal desteği belirlemeli ve kadınların psikolojik dayanıklılığını güçlendirebilecek olumlu sosyal destek ağlarını teşvik etmelidirler.

KAYNAKLAR

- Aburn, G., Gott, M., & Hoare, K. (2016). What is resilience? An integrative review of the empirical literature. *Journal of advanced nursing*, 72(5), 980-1000.
- Aktürk, S. O., & Yılmaz, T. (2023). Gebelik, Doğum ve Ebeveynlik Süreçlerinde Psikolojik Dayanıklılık. *Gevher Nesibe Journal Of Medical And Health Sciences*, 8(2), 260-269.
- American Psychological Association (2017). The road to resilience. Online Erişim Tarihi: 02.04.2023
- Ayers, S., Bond, R., Bertullies, S., & Wijma, K. (2016). The aetiology of post-traumatic stress following childbirth: a meta-analysis and theoretical framework. *Psychological medicine*, 46(6), 1121-1134.
- Bal, Z., Kantar, E. C., & Uçar, T. (2021). Lohusalarda yalnızlık hissinin sosyal destek, emzirme ve maternal bağlanma ile ilişkisi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 3(1), 21-28.
- Çınar, N., Köse, D., & Altinkaynak, S. (2015). The relationship between maternal attachment, perceived social support and breast-feeding sufficiency. *J Coll Physicians Surg Pak*, 25(4), 271-5.
- Çınar, N., Topal, S., Çaka, S. Y., & Altinkaynak, S. (2023). Annelerde Postpartum Depresyon, Sosyal Destek ve Emzirme Öz Yeterliliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 32(2), 113-122.
- da Costa Morgado, C. M., Werneck, G. L., & Hasselmann, M. H. (2013). Social network, social support and feeding habits of infants in their fourth month of life. *Cienc Saude Colet*, 18, 367-376.
- Dennis, C. L. E. (2006). Identifying predictors of breastfeeding self-efficacy in the immediate postpartum period. *Research in nursing & health*, 29(4), 256-268.
- Duman, F. N., & Gölbaşı, Z. (2023). Artan Sezaryen Doğum Oranının Anne-Bebek Sağlığı Üzerine Etkileri ve Sezaryen Doğumların Azaltılmasına Yönelik Stratejiler. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 17(1), 188-194.

Dünder, T. (2021). Emzirmeyi etkileyen faktörler. Özsoy s. emzirme ve anne sütü ile beslemede danışmanlık/güncel yaklaşımlar, 1, 59-65.

Dünya Sağlık Örgütü - World Health Organization (2024). Breastfeeding. https://www.who.int/health-topics/breastfeeding#tab=tab_1 (Erişim Tarihi: 05.11.2024).

Guo, H., Zhou, R., Li, M., Zhang, S., Yi, H., Wang, L., ... & Lu, H. (2022). The use of Kumpfer's resilience framework in understanding the breastfeeding experience of employed mothers after returning to work: a qualitative study in China. *International Breastfeeding Journal*, 17(1), 13.

Güngör, İ., Gökyıldız, Ş., & Nahçıvan, N. Ö. (2004). Sezeryan doğum yapan bir grup kadının doğuma ilişkin görüşleri ve doğum sonu erken dönemde yaşadıkları sorunlar. *Florence Nightingale Journal Of Nursing*, 13(53), 185-198.

Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. (2019). 2018 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı ve TÜBİTAK, Ankara, Türkiye.

Karlström, A., Engström-Olofsson, R., Norbergh, K. G., Sjöling, M., & Hildingsson, I. (2007). Postoperative pain after cesarean birth affects breastfeeding and infant care. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*, 36(5), 430-440.

Kılıcı, H., & Çoban, A. (2016). The correlation between breastfeeding success in the early postpartum period and the perception of self-efficacy in breastfeeding and breast problems in the late postpartum. *Breastfeeding Medicine*, 11(4), 188-195.

Korkut, S., & Kaya, N. (2019). Sezaryen doğum kararına ebe farkındalığı ile etik yaklaşım. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(1), 144-152.

Kumral S, Doğum sonu dönemde algılanan eş desteği ve güvenlik hissinin kadınların emzirme öz yeterliliğine etkisi. İstinye Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, İstanbul, 2021.

Maleki-Saghooni, N., Amel Barez, M., & Karimi, F. Z. (2020). Investigation of the relationship between social support and breastfeeding self-efficacy in primiparous breastfeeding mothers. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 33(18), 3097-3102.

Meek, J. Y., Noble, L., & Section on Breastfeeding. (2022). Policy statement: breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*, 150(1), e2022057988.

Mermer, G., Bilge, A., Yücel, U., & Çeber, E. (2010). Gebelik ve doğum sonrası dönemde sosyal destek algısı düzeylerinin incelenmesi. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi*, 1(2), 71-76.

Montgomery, S. M., Ehlin, A., & Sacker, A. (2006). Breast feeding and resilience against psychosocial stress. *Archives of disease in childhood*, 91(12), 990-994.

T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI (2023), On İkinci Kalkınma Planı: 2024-2028, T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayını, Ankara, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf (Erişim Tarihi: 02.10.2024).

United Nations Development Programme (UNDP Türkiye) (2023). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. <https://turkiye.un.org/tr/sdgs/3> (Erişim Tarihi: 02.10.2024).

Wilson, D. R., Cooper, C., Plunk, K., & Severson, M. (2012). Overcoming breastfeeding challenges: A qualitative inquiry. *Clinical Lactation*, 3(4), 155-160.

Yeşilkaya, Z. B. (2022). Primipar annelerin psikolojik dayanıklılık düzeyleri ile emzirme öz yeterlilikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi (Master's thesis, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Yıldız, P. D., Ayers, S., & Phillips, L. (2017). The prevalence of posttraumatic stress disorder in pregnancy and after birth: A systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 208, 634–645. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.10.009>

UNICEF (2023). Breastfeeding. <https://data.unicef.org/topic/nutrition/breastfeeding/> (Erişim Tarihi: 05.11.2024).

POSTMENOPUZAL KADINLARDA CİNSEL İŞLEV BOZUKLUKLARI VE HEMŞİRELİK BAKIMI

Doktor Öğretim Üyesi, ASLI URAL¹, Msc. Hemşire ÜMMÜHAN DOĞAN²

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, asli.ural@yobu.edu.tr -0000-0002-0118-4505

²Akşehir Devlet Hastanesi, Fizik Tedavi Servisi, evran.8908@gmail.com - 0009-0001-6875-3792

ÖZET

Klimakterik dönemin son dönemi olan postmenopozal dönem menopozdan sonraki dönemdir. Bu dönem kadınların menstrual döngüsünün tamamen sona ermesi ile başlamaktadır. Postmenopozal kadınlarda sıcak basması, gece terlemesi ve vajinal kuruluk gibi fiziksel değişiklikler, sinirlilik ve kaygı gibi ruhsal değişiklikler ve unutkanlık ve konsantre olma güçlüğü gibi bilişsel değişiklikler görülmektedir. Östrojen ve progesteron hormonlarındaki belirgin düşüş nedeniyle ortaya çıkan hormonal değişiklikler postmenopozal kadınların cinsel isteklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Postmenopozal kadınlara hemşirelik bakımı sunarken cinsel işlevin fizyolojisini, cinsel işlev bozukluklarının tanımını, prevalansını, etyolojisini ve türlerini bilmek önemlidir. Hemşireler hastanın cinsel işlev bozukluğuna yönelik detaylı bir öykü almalı, hastanın cinsel geçmişi, ilişki durumu, cinsel kimlik ve algıları gibi konuları göz önünde bulundurmalıdır. Bunun yanında, bakım planı oluşturulurken hastanın kişisel tercihleri, inançları ve değerleri dikkate alınmalıdır. Bu nedenle bu derlemede postmenopozal kadınlarda cinsel işlev bozuklukları ve hemşirelik bakımı konusu ele alındı.

Anahtar Kelimeler: Postmenopozal dönem, postmenopozal kadınlar, cinsel işlev bozuklukları, hemşirelik bakımı

1. Postmenopozal Dönem

Klimakterik dönemin son dönemi olan postmenopozal dönem, menopozdan sonraki dönemdir ve kadınların menstrual döngüsünün tamamen sona ermesi ile başlamaktadır (Pan vd., 2022; Akdoğan, 2023). Postmenopozal dönem, bir kadının hayatında çok sayıda fiziksel ve psikolojik değişiklikleri içeren önemli bir aşamadır (Pinkerton, 2020; Barati vd., 2021). Postmenopozal dönemde, östrojen ve progesteron hormonlarının seviyeleri belirgin bir şekilde düşüş göstermektedir. Ovaryumlar hormon üretmeyi durdurur ve folikül stimüle edici hormon (FSH) seviyeleri yükselir (Ceylan, 2021). Bu dönemde östrojen düzeylerinin azalması osteoporoz riskini artırabilir. Bu hormonal değişimler, kemik yoğunluğunda azalma ve kalp-damar sistemi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir (Walker ve Shane, 2023).

Postmenopozal dönemde sıcak basması ve gece terlemesi sık görülen belirtiler arasındadır. Sıcak basması genellikle yüz, boyun ve göğüste ani bir sıcaklık hissi ve terleme şeklinde kendini göstermektedir (Şahan ve Oskay, 2021). Gece terlemesi ise uyku esnasında yoğun terleme nöbetleri şeklinde ortaya çıkmaktadır. Vajinal kuruluk ve ilişkili sorunları da postmenopozal döneminin belirgin sorunları arasında yer almaktadır (Keskin, 2021). Hormon

replasman tedavisi (HRT), östrojen ve progesteron gibi hormonların yerine konması yoluyla postmenopozal belirtilerin hafifletilmesinde etkili olabilir (Engin ve Kartal, 2020). Postmenopozal dönem, fiziksel değişikliklerin yanı sıra kadın sağlığını olumsuz etkileyebilecek psikolojik yönleri de beraberinde getirebilir. Ruh halindeki değişimler, sinirlilik ve kaygı gibi duygusal değişiklikler bu aşamadaki hormonal dalgalanmalara bağlanabilir. Unutkanlık ve konsantre olma güçlüğü de dahil olmak üzere bilişsel değişiklikler de postmenopozal dönemdeki bazı kadınlar tarafından yaygın olarak rapor edilmektedir (Kostanoğlu, 2019; Yıldız, 2019; Yılmaz vd., 2023). Bu psikolojik semptomların yoğunluğu ve süresi her kadın için farklılık gösterebilir. Kadınların bu değişimleri etkili bir şekilde atlatmak için sağlık profesyonellerinden destek alması önemlidir (Yılmaz, 2019).

2. Postmenopozal Dönemde Cinsellik

Cinsellik kavramı, bireye özgü, bünyesinde hem biyolojik hem de psikolojik bileşenler barındıran, toplumsal kurallardan, değerlerden ve geleneklerden fazlaca etkilenmiş bir kavramdır (Miedema vd., 2020). Cinsellik, insanların cinsel kimliklerini, cinsel yönelimlerini, cinsel davranışlarını ve cinsel ilişkilerini değerlendiren bir fenomendir ve yalnızca üreme ile değil, aynı zamanda zevk, bağlanma ve insan ilişkileriyle de ilişkilidir (Levin, 2020). Bireylerin fiziksel, duygusal ve sosyal yönlerini kapsayan karmaşık bir olgu olan cinsellik, bazı temel bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenler, fiziksel boyut, duygusal boyut, sosyal boyut ve cinsel sağlık olarak sıralanmaktadır (Bakır vd., 2021). Özellikle sosyal boyutu ile cinsellik, toplumsal normlar, kültürel değerler ve bireylerin cinsel kimlikleri ile şekillenmektedir (Ekrem, 2021). Bunun yanında güvenli cinsel ilişki, cinsel yolla bulaşan hastalıklardan korunma ve genel olarak cinsel sağlığın korunması gibi konular yine cinsellik kavramında değerlendirilmektedir (Öz, 2021).

Cinsellik ve menopoza arasındaki ilişki karmaşık ve çok yönlü bir konudur (Wolfman vd., 2021). Postmenopozal dönemde cinsellik genel olarak kadınların menopoza sonrası cinsel hayatlarına odaklanmaktadır (Wolfman vd., 2021). Bu dönemde fizyolojik değişimler nedeniyle vajinal kuruluk, libido düşüklüğü ve ağrılı cinsel ilişki gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Östrojen seviyelerindeki düşüş, vajinal duvarlarda incelme ve esneklik kaybına yol açarak cinsel ilişki sırasında ağrıya neden olabilmektedir (Seganfredo, 2024). Ayrıca, menopoza dönemindeki hormonal değişiklikler kadınların cinsel isteklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Bozkurt ve Sevil, 2016). Bu nedenle postmenopozal dönemde eşler arasında iletişim, anlayış ve deneyimleri paylaşmanın önemli olduğu ifade edilmektedir.

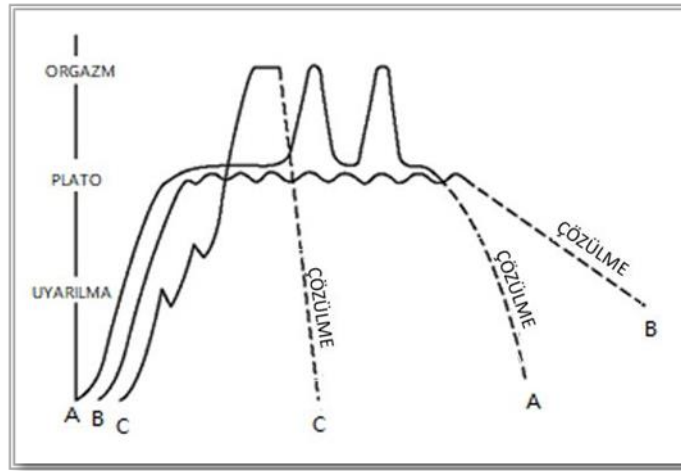
Cinsellik ve menopoza arasındaki ilişkiyi anlamak özellikle kadınların yaşam kalitesini artırmak ve cinsel sağlık hizmetlerinin geliştirilmesine yardımcı olmak için oldukça önemlidir (Scavello vd., 2019). Bu doğrultuda postmenopozal dönemde cinsellik kavramı, kadın cinsel işlevinin fizyolojisi ve postmenopozal dönemde görülen değişikliklerin cinselliğe etkileri şeklinde iki alt başlıkta incelenmiştir.

2.2.1. Kadın Cinsel İşlevinin Fizyolojisi

Kadın cinsel işlevinin fizyolojisi, karmaşık ve çok boyutlu bir süreç olup bu süreç anatomik, hormonal, nörolojik ve psikolojik faktörlerin etkileşimini içermektedir (Avcı ve Daşkan, 2021). Kadınlarda cinsel tepki sırasında, genital organlara kan akışı artar ve bu da

vazokonjesyona neden olur. Vajinal kayganlık, plazmanın vajinal epitelden vajinanın yüzeyine transüstasyonu ve uterusun, vestibüler ve Bartholin bezlerinden gelen salgılar dahil olmak üzere çeşitli süreçlerin bir sonucu olarak meydana gelir (Süzer, 2020). Vajina, düz kasların gevşemesi nedeniyle uzar ve genişler. Klitoral kavernoza ve labial arterlere kan akışının artması, klitoris içi basıncın artmasına, şişkinliğe, glans klitorisinin dışarı çıkmasına ve labia minoranın dışa dönmesine ve şişmesine neden olur. Orgazm sırasında vajina, uterus ve anüste ritmik kas kasılmaları meydana gelir (Canat, 2020).

İnsanda cinsel uyarana gösterilen fizyolojik tepki birbirini takip eden evrelerden oluşmaktadır (Reddy ve Somani, 2023). Kadınlarda bu süreç sırasıyla uyarılma, plato, orgazm ve çözülme olmak üzere dört evreden oluşmakta olup cinsel uyarana gösterilen fizyolojik tepki evrelerini özetleyen kadında cinsel yanıt döngüsü, Şekil 2.1’de gösterilmiştir (Gianotten vd., 2021).



Şekil 1. Kadında cinsel yanıt döngüsü

Gianotten, W. L., Alley, J. C., & Diamond, L. M. (2021). The health benefits of sexual expression. *International Journal of Sexual Health*, 33(4), 478-493.

Kadında cinsel yanıt döngüsünün ilk evresi olan uyarılma evresi, cinsel duygu ve düşüncelerin ortaya çıktığı, lubrikasyonun arttığı evre olup vazokonjesyon ve miyotoni ile karakterizedir (Gianotten vd., 2021). Cinsel uyarım devam ettikçe ve cinsel heyecan arttıkça kadın veya erkek ikinci evre olan plato evresine girer. Bu evre cinsel gerilim ve haz duygusunun giderek yükseldiği evre olup orgazma geçebileceği noktaya kadar sürer (Gianotten vd., 2021; Reddy ve Somani, 2023). Üçüncü evre olan orgazm evresi ise toplam süre içinde en kısa süren ve cinsel haz açısından en çok keyif alınan evredir. Bu evre perine ve vajina etrafındaki kaslar ile vazokonjesyon sonucu büyüyen dokuların, refleks olarak ritmik kasılmalarıyla karakterizedir (Reddy ve Somani, 2023). Son evre olan çözülme evresi ise orgazm evresinden sonra ya da orgazm mevcut olmayan durumlarda plato evresinden sonra görülen evredir. Çözülme evresi genital bölge ve vücudun diğer bölgelerinde aynı paternde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin kaybolması ile karakterizedir (Canat, 2020).

Kadın cinsel işlevi gebelik, doğum, menopoz, yaşlılık gibi fizyolojik olaylardan etkilenmektedir. Postmenopozal dönemde hem östrojenin azalması hem de androjen

seviyesinin düşmesi ile birlikte cinsel sorunların ortaya çıkma oranlarında artış görülmektedir (Wahlin-Jacobsen vd., 2015).

2.3. Cinsel İşlev Bozuklukları

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) cinsel sağlığı, cinsellikle ilgili fiziksel, duygusal, zihinsel ve sosyal iyilik hali şeklinde ifade etmektedir (DSÖ, 2024). Cinsel sağlık toplumda genel sağlıkla ilgili en büyük kaygılardan biridir. Cinsel sorunlar insanları en çok mutsuz eden sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Cinsel sağlığın bozulması, fiziksel sağlığın bozulmasından daha fazlasına yol açabilir. Cinsel sağlığın bozulması ile ruh sağlığı bozulur, bunu aile sağlığı ve sosyal sağlık takip eder (Toker, 2023).

2.3.1. Cinsel İşlev Bozukluklarının Tanımı ve Prevalansı

Kadınlarda cinsel işlev bozuklukları, cinsel aktiviteyi istenilen şekilde yaşayamama durumlarını ifade etmektedir. Bu bozukluklar, cinsel dürtü, cinsel uyarılma, orgazm ve ağrılı cinsel ilişki gibi alanlarda görülmektedir (Parish vd., 2021). Cinsel işlev bozuklukları, kişinin mutluluğunu, ilişkilerini ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle tanımı ve sınıflandırılması önemlidir. Tanı konulması uygun tedavi seçeneklerinin belirlenmesi için temel bir adımdır (Nazari vd., 2020).

Cinsel işlev bozukluklarına sahip olan kadınlar, cinsel hayatlarının ciddi bir şekilde etkilendiğini ifade etmektedir. Kadınlar cinsel istekte azalma, yeterince uyarılmama, orgazm olamama veya aşırı ağrı hissetme gibi sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu tür sorunlar, kadını ve eşini mutsuz edebilir ve ilişkilerine olumsuz bir şekilde yansıtılabilir. Bunun sonucunda da genel yaşam kalitesi düşebilir ve psikolojik sorunlar ortaya çıkabilir (Khani, 2021).

Kadınlarda cinsel işlev bozukluklarının prevalansının belirlenmesi, toplumda cinsel sağlıkla ilgili farkındalığı artırmak ve cinsel işlev bozukluğu olan bireyleri tanıyıp tedavi etmek için önemlidir. Kadınlarda cinsel işlev bozukluklarının prevalansı üzerine yapılan çalışmalar, cinsel sağlık politikalarını belirlemede ve cinsel sağlık hizmetlerinin planlanmasında temel veriler sunmaktadır (Küçükaya ve Gönenç, 2023). Amerika'da yapılmış olan Ulusal Sağlık ve Sosyal Yaşam Çalışmasına göre 18 ve 59 yaş arası 1.749 kadının %43'ünde bir veya daha fazla cinsel sorun bulunduğu saptanmıştır (Lauman, vd., 1999). İngiltere'de kadınların %54'ünün yılda en az bir cinsel problem yaşadıkları ve bu nedenle %62'sinin cinsel ilişkiden kaçındığı, Kanada'da kadınların %39'unda, Brazilya'da kadınların %49'unda, Kuveyt'te kadınların %69'unda, Yunanistan'da kadınların %48'inde, Hindistan'da kadınların %73,3'ünde, Latin Amerika ülkelerindeki kadınların %56,8'inde cinsel işlev bozukluğu saptanmıştır (Gölbaşlı vd., 2014). Türkiye'de yapılan çalışmalarda kadın cinsel işlev bozukluğu prevalansının %36-69 arasında değiştiği belirlenmiştir (Gökçen, 2022; Gölbaşlı vd., 2014). Türkiye'de menopoza dönemindeki kadınların %50,8'inin cinsel işlev bozukluğu yaşadığı saptanmıştır (Karakuş ve Yanıkerem, 2016). Bunun yanında postmenopozal kadınlarda cinsel işlev bozukluklarının görülme sıklığı %50'lerin üzerinde bulunmuştur (Kömürcü ve İşbilen 2011).

2.3.2. Cinsel İşlev Bozukluklarının Etiyolojisi ve Risk Faktörleri

Kadınlarda cinsel işlev bozukluklarının etiyolojisi, çok çeşitli faktörlerin etkileşimi ile şekillenen oldukça karmaşık bir konudur. Bu faktörler genel olarak psikolojik, fizyolojik, sosyal ve kültürel etmenler olarak sıralanabilir (Yılmaz, 2023).

Literatürde, cinsel işlev bozuklukları ile depresyon, anksiyete gibi psikolojik faktörler arasında belirgin bir ilişki olduğunu rapor eden çalışmalar mevcuttur (Bekmezci ve Meram, 2020; Yılmaz, 2023). Cinsel işlev bozukluğu yaşayan kadınların, depresyon ve anksiyete düzeylerinin daha yüksek olduğu ve bu durumun cinsel isteksizlik ve uyarılma bozuklukları gibi sorunlara yol açabileceği bildirmektedir (Bal vd., 2022). Cinsel işlev bozukluklarına sebep olan fiziksel ve tıbbi faktörler; hormonal değişiklikler ve kronik hastalıklar olarak ele alınmaktadır. Hormonal dalgalanmaların özellikle menopoz döneminde, cinsel işlev bozukluklarına neden olabileceği ifade edilmektedir. Diyabet, hipertansiyon ve diğer kronik hastalıkların da kan akışını ve nörolojik fonksiyonları etkileyerek cinsel tepkiyi azaltabileceği belirtilmektedir (Eskicioğlu, 2020). Bunun yanı sıra cinsel işlev bozukluklarının etiyolojisinde etkinliği bilinen sosyal ve kültürel faktörler ise toplumsal beklentiler, eğitim ve bilinç şeklinde sıralanmaktadır. Kadınların cinselliği ile ilgili toplumsal normlar ve beklentiler, cinsel işlev bozukluklarının gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Cinsellikle ilgili olumsuz tutumlar ve damgalama, kadınların cinsel sağlıklarını etkileyebilir. Kadınların cinsel sağlık konusundaki bilgi düzeyi, cinsel işlev bozukluklarını etkileyen bir diğer faktör olarak gösterilmektedir. Yetersiz bilgi, cinsel sorunların anlaşılması ve tedavi edilmemesine neden olmaktadır (Kapıcı, 2021).

Kadınlarda cinsel işlev bozukluklarının risk faktörleri de tıpkı etiyolojisinde olduğu gibi genellikle psikolojik, fizyolojik, ilişkisel, çevresel ve kültürel faktörler olarak sınıflandırılır. Psikolojik risk faktörleri arasında depresyon ve anksiyete bozuklukları yer alırken, fizyolojik risk faktörleri arasında hormonal değişiklikler ve kronik hastalıklar önemli bir rol oynar (Kundakovic ve Rocks, 2022). İlişkisel risk faktörleri ise iletişim sorunları ve partnerin cinsel işlev bozukluğu olarak belirlenmiştir. Çevresel ve kültürel risk faktörleri arasında ise stresli yaşam olayları ve toplumsal beklentiler yer almaktadır (Erol, 2021).

2.3.3. Cinsel İşlev Bozukluklarının Türleri ve Tanı Kriterleri

Cinsel işlev bozukluklarının türleri ve tanı kriterleri, Amerikan Psikiyatri Derneği'nin *Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı*'nda (DSM-5) tanımlanmıştır (Durna vd., 2020). Kadınlarda DSM-5'e göre cinsel istek bozuklukları, cinsel ilgi/uyarılma bozuklukları, orgazm bozuklukları, genital pelvik ağrı ve penetrasyon bozukluğu, maddenin/ilacın neden olduğu cinsel işlev bozukluğu ve diğer tanımlanmış ve tanımlanmamış cinsel işlev bozuklukları olmak üzere beş ana grupta sınıflandırılmıştır (ACOG, 2019). Her bir bozukluk kendi belirtileri ve etkileriyle tanımlanmaktadır. Bu sınıflandırma, tedavi planının belirlenmesi ve tedaviye yanıtın izlenmesi açısından önem taşımaktadır.

2.3.3.1. Kadın Cinsel İlgi/Uyarılma Bozukluğu

Cinsel uyarılma bozukluğu, cinsel uyarılma için gerekli olan fiziksel veya psikolojik yanıtların elde edilememesi durumudur. Bu, vajinal kuruluk veya yeterli uyarılma hissinin olmaması şeklinde kendini gösterebilir (Thomas ve Gurevich, 2021). Kadınlarda uyarılma bozuklukları,

cinsel uyarılma sürecinde zorluk yaşanması veya uyarılmanın hiç olmaması durumunu kapsar. Fizyolojik, psikolojik veya ilişkisel nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilen uyarılma bozuklukları, kadının cinsel ilişkiden haz almasını engelleyebilir (Meston vd., 2023). Hormonal dengesizlikler, ilaç etkileşimleri, stres, vajinal kuruluk gibi faktörler uyarılma bozukluklarına neden olabilir. Uyarılma bozukluklarına yönelik tedavi, kadının cinsel sağlığını olumlu yönde etkileyebilir (Lin vd., 2022).

2.3.3.2. Kadın Orgazm Bozukluğu

Kadınlarda orgazm bozukluğu, cinsel uyarılma sonrası orgazmın elde edilememesi veya gecikmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu durum, cinsel tatminin azalmasına yol açabilir. Kadınlarda orgazm bozuklukları, orgazm olma sürecinde zorluk yaşanması veya hiç orgazm olunmaması durumunu ifade etmektedir (Parish vd., 2021). Fizyolojik, psikolojik veya ilişkisel nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilen orgazm bozuklukları, kadının cinsel doyumunu olumsuz etkileyebilir. Yetersiz uyarılma, geçmiş cinsel travmalar, stres, ilişki problemleri gibi faktörler orgazm bozukluklarının gelişiminde rol oynayabilir (Thomas ve Gurevich, 2021). Orgazm bozukluklarının değerlendirilmesi ve uygun tedavi desteği, cinsel yaşamın kalitesini artırabilir (Marchand, 2021).

2.3.3.3. Genital Pelvik Ağrı ve Penetrasyon Bozukluğu (Cinsel Organlarda-Pelviste Ağrı/İçe Girme Bozukluğu)

Genital pelvik ağrı ve penetrasyon bozukluğu, vajinismus ve disparoni gibi durumları içermektedir. Vajinismus, cinsel ilişki sırasında vajinal kasların istemsiz bir şekilde kasılması sonucu penetrasyonun zorlaşmasıdır. Disparoni ise cinsel ilişki sırasında ağrı hissidir. Kadınlarda ağrılı cinsel ilişki bozukluğu, genital bölgede tekrarlayıcı veya sürekli ağrıyla ilişkili olan cinsel ilişki sorunlarını ifade etmektedir (Onur ve Teksin, 2023). Vajinismus, vulvodynia gibi durumlar ağrılı cinsel ilişki bozukluklarının yaygın örnekleridir. Fizyolojik, psikolojik veya ilişkisel etmenlere bağlı olarak ortaya çıkan bu bozukluklar, cinsel ilişkiyi acı verici hale getirebilir ve bireyin cinsel yaşamını olumsuz etkileyebilir. Ağrılı cinsel ilişki bozukluğunun değerlendirilmesi ve uygun tedavi yaklaşımı, bireyin cinsel sağlığını olumlu yönde etkileyebilir (Banaei vd., 2023).

2.3.3.4. Madde veya İlacın Neden Olduğu Cinsel İşlev Bozukluğu

Madde veya ilaç kaynaklı cinsel işlev bozukluğu, çeşitli ilaçların veya maddelerin yan etkisi olarak ortaya çıkan cinsel sorunları ifade etmektedir. Bu tür bozukluklar, bireylerin cinsel yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir (Yılbaş, 2022). Antidepresanlar, antipsikotikler ve anksiyolitikler gibi psikotropik ilaçlar, cinsel işlev üzerinde önemli etkiler yaratabilir. Özellikle serotonin düzeylerini etkileyen antidepresanlar, cinsel isteksizlik ve orgazm gecikmesi gibi sorunlara neden olabilir (Gökçen, 2022). Antiepileptik ilaçlar, antihipertansif ilaçlar ve bazı hormon tedavileri de cinsel işlev bozukluklarına yol açabilir. Özellikle epilepsi tedavisinde kullanılan antiepileptik ilaçlar, hipotalamus-hipofiz-gonadal eksenini etkileyerek cinsel işlevde bozulmalara neden olabilir (Pistre, 2023).

2.3.3.5. Diğer Tanımlanmış Cinsel İşlev Bozuklukları Ve Diğer Tanımlanmamış Cinsel İşlev Bozuklukları

Diğer tanımlanmış ve tanımlanmamış cinsel işlev bozuklukları, belirli bir tanı kriterine uymayan ancak bireylerin cinsel yaşamlarını etkileyen durumları kapsamaktadır. Cinsel ilişki sırasında ortaya çıkan kaygı ve belirsizlikler gibi cinsel ilişki sırasında yaşanan belirsizlikler cinsel işlev bozukluklarına yol açabilir. Bu durum, bireyin cinsel deneyimlerini olumsuz etkileyebilir (Yılmaz, 2023). Cinsel tatminin sağlanamaması gibi cinsel doyumsuzluk da bireylerde cinsel işlev bozuklukları yaratabilir. Bu durum, cinsel ilişki sonrası tatminsizlik hissi ile kendini gösterebilir (Bekmezci ve Meram, 2020). Partnerler arasındaki iletişim eksiklikleri, cinsel işlev bozukluklarına neden olabilir. Bu sorunlar, cinsel istek ve tatmin üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Toplumsal normlar ve beklentiler, bireylerin cinsel işlevlerini etkileyebilir. Bu tür faktörler, cinsel sorunların gelişiminde önemli bir rol oynar (Gündüz ve Gürkan, 2021).

2.5. Kadın Cinsel İşlev Bozuklukları ve Hemşirelik Bakımı

Postmenopozal kadınların cinsel işlev bozukluklarıyla ilgili hemşirelik değerlendirmesi, hastanın fiziksel, psikolojik ve sosyal öyküsünü kapsamalıdır. Hemşireler hastanın cinsel işlev bozukluğuna yönelik detaylı bir değerlendirme yapmalı, hastanın cinsel geçmişi, ilişki durumu, cinsel kimlik ve algıları gibi konuları da göz önünde bulundurmalıdır (Güneş ve Dönmez, 2024). Bunun yanında, bakım planı oluşturulurken hastanın kişisel tercihleri, inançları ve değerleri dikkate alınmalıdır. Hemşirelik bakımı sırasında hasta eğitimi de oldukça önemlidir (Bilgiç vd., 2023). Hemşireler, hastalara cinsel işlev bozuklukları hakkında bilgi vermeli, tedavi seçenekleri konusunda rehberlik etmeli ve danışmanlık hizmeti sağlamalıdır. Ayrıca, hastanın duygusal ihtiyaçlarını karşılamak ve psikolojik destek sağlamak da hemşirelik bakımının önemli bir parçasıdır (Karakaş ve Aslan, 2021).

Kadın cinsel işlev bozukluklarının hemşirelik müdahalelerinde, bilişsel davranışçı terapi, duyuşsal uyarım teknikleri ve cinsel eğitim gibi güncel yaklaşımlar önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşımlar, postmenopozal kadınların cinsel işlev bozukluklarıyla başa çıkma becerilerini geliştirmeye yardımcı olabilir ve hemşirelerin bu konuda danışmanlık yapmalarını sağlayabilir. Bunların yanı sıra eş/partnerin eğitilmesi ve cinsel terapi de hemşirelik müdahalelerinin önemli bir parçası olabilir (Pelit Aksu ve Şentürk Erenel, 2023).

KAYNAKÇA

ACOG Practice Bulletin No. 213. Female sexual dysfunction. American College of Obstetricians and Gynecologists. *Obstet Gynecol* 2019;134:e1–18.

Akdoğan, E. (2023). Premenopoz ve postmenopoz dönemindeki kadınlarda üriner semptomlar ve inkontinansın sağlık arama davranışı ve yaşam doyumu üzerine etkisi (Yayın No. 799521) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Avcı, S. Ç., & Daşkan, Z. (2021). Postpartum dönemde cinsel sağlık ve danışmanlık: BETTER modeli kullanımı. *Androloji Bülteni (Andrology Bulletin)*, 23(3).

Bakır, N., Irmak Vural, P., & Demir, C. (2021). Genç kadınların perspektifinden cinsel sağlık ve üreme sağlığında damgalama. *Androloji Bülteni*.

Bal, Z., Gökbulut, N., & Uçar, T. (2022). Kadınlarda cinsel sıkıntının depresyon, anksiyete ve stres üzerine etkisi. *Androloji Bülteni (Andrology Bulletin)*, 24(2).

- Banaei, M., Kariman, N., Ozgoli, G., Nasiri, M., & Khiabani, A. (2023). Sexual penetration cognitions in women with genito-pelvic pain and penetration disorder: a systematic review and meta-analysis. *Sexual and Relationship Therapy*, 38(4), 638-652.
- Bekmezci, E., & Meram, H. E. (2020). Kadın cinsel işlev bozukluğu yönetiminde güncel yaklaşımlar ve kanıt temelli uygulamalar. *Androloji Bülteni*, 22(4), 233-237.
- Bilgiç, D., Dağlar, G., Aksoy, Ö. D., Sultan, U. & Sevimligül, G. (2023). Hemşirelerin Cinsel Sağlık Bakım Uygulamalarının ve Cinsel Bakıma İlişkin Tutum ve İnançlarının Belirlenmesi. *Gevher Nesibe Journal of Medical and Health Sciences*, 8(4), 1049-1059.
- Bozkurt, Ö. D., & Sevil, Ü. (2016). Menopoz ve cinsel yaşam. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(4).
- Canat, H. L. (2020). Erkek İnfertilitesinde Fitoterapinin Yeri. *Genito-Üriner Hastalıklarda Fitoterapinin Yeri*, 65-71.
- Ceylan, H. A. (2021). Çukurova bölgesi prematür menopoz hastalarında inhibin alfa (769 G→A) gen mutasyonunun araştırılması. *Cukurova Medical Journal*, 46(4), 1581-1587.
- Durna, G., Ülbe, S., & Dirik, G. (2020). Kadında cinsel işlev bozukluğunun tedavisinde bilinçli farkındalık temelli müdahaleler: sistematik bir derleme. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 12(1), 72-90.
- Dünya Sağlık Örgütü – DSÖ (World Health Organization – WHO (2024). Sexual Health. Definitions. https://www.who.int/health-topics/sexual-health#tab=tab_2 (Erişim: 14.08.2024).
- Ekrem, E. C. (2021). Aile içi şiddetin cinsellik boyutu. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 30(1), 31-36.
- Engin, B., & Kartal, Y. A. (2020). Menopozal semptomlar ile başetmede kullanılan tamamlayıcı ve alternatif tedavi yaklaşımları. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 80-87.
- Erol, S. (2021). Yaşlı kadın sağlığı. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 73-86.
- Eskicioğlu, M. (2020). Menopoz döneminde karşılaşılan şikâyetlerde alternatif tedavi kullanma durumlarının tespit edilmesi (Yayın No. 630744) [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Gianotten, W. L., Alley, J. C., & Diamond, L. M. (2021). The health benefits of sexual expression. *International Journal of Sexual Health*, 33(4), 478-493.
- Gökçen, Ö. (2022). Evli Kadınlarda Cinsel İşlev Bozuklukları ile Depresyon ve Kaygı Belirtileri, Duygu Düzenleme Güçlükleri Arasındaki İlişki (Yayın No. 746723) [Yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Gölbaşı, Z., Tuğut, N., Erenel, A., & Eroğlu, K. (2014). Jinekoloji polikliniğine başvuran evli kadınlarda cinsel işlev bozukluğu yaygınlığı ve ilişkili bazı faktörler. *Cumhuriyet Medical Journal*, 36(1), 1-10.

- Gündüz, C. S., & Gürkan, Ö. C. (2021). Cinsel işlev bozukluklarında kanıta dayalı geleneksel ve Güneş, Y., & Dönmez, S. (2024). Koku terapisi: Cinsellik ve cinsel işlev bozukluklarını hedefleyen aromaterapinin incelenmesi. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 10(1), 52-60. tamamlayıcı tedavi uygulamaları. *Bütünleyici ve Anadolu Tıbbı Dergisi*, 2(3), 67-77.
- Kapıcı, G. A. (2021). Klinik psikoloji yüksek lisans öğrencilerinin cinsel mitlere inanma düzeylerinin cinsel doyum ve kaygı düzeyleri ile ilişkisinin incelenmesi (Yayın No. 693453) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Karakaş, S., & Aslan, E. (2021). İnfertil kadınlara yönelik cinsel danışmanlık programında BETTER modeli'nin kullanımı. *Androloji Bülteni*.
- Karakuş, A., & Yanikkerem, E. (2016). Klimakterik dönemde cinsel disfonksiyon: Female sexual function index (FSFI)-Kadın cinsel fonksiyon indeksi ile yapılan son 5 yıllık çalışmalar. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 64-85.
- Keskin, M. (2021). Postmenopozal kadınlarda osteoporoz prevalansı ve risk faktörleri (Yayın No. 687070) [Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Khani, S., Azizi, M., Elyasi, F., Kamali, M., & Moosazadeh, M. (2021). The prevalence of sexual dysfunction in the different menopausal stages: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sexual Health*, 33(3), 439-472.
- Kostanoğlu, A., & Külekci, M. (2019). Postmenopozal dönemde olan ve olmayan kadınların yorgunluk düzeyi ve sağlık profili. *Genel Tıp Dergisi*, 29(3), 106-112.
- Kömürcü N., İşbilen A (2011). Posmenopozal Dönemde Kadınların Cinsel Yaşam Uyumu; *Turkish Journal Of Urology*, 37(4), 326-330.
- Kundakovic, M., & Rocks, D. (2022). Sex hormone fluctuation and increased female risk for depression and anxiety disorders: from clinical evidence to molecular mechanisms. *Frontiers in neuroendocrinology*, 66, 101010.
- Küçükaya, H., & Gönenç, I. M. (2023). An evaluation of the prevalence and predictive factors of sexual dysfunction in women with heart failure: A cross-sectional survey. *Journal of Clinical Nursing*, 32(13-14), 3929-3942.
- Laumann EO, Paik A, Rosen RC. Sexual dysfunction in the United States: Prevalence and predictors. *JAMA* 1999; 281: 537-44.
- Levin, R. J. (2020). The clitoris—An appraisal of its reproductive function during the fertile years: Why was it, and still is, overlooked in accounts of female sexual arousal. *Clinical Anatomy*, 33(1), 136-145.
- Lin, H., Fu, H. C., Wu, C. H., Tsai, Y. J., Chou, Y. J., Shih, C. M., & Ou, Y. C. (2022). Evaluation of sexual dysfunction in gynecologic cancer survivors using DSM-5 diagnostic criteria. *BMC Women's Health*, 22, 1-7.
- Marchand, E. (2021). Psychological and behavioral treatment of female orgasmic disorder. *Sexual Medicine Reviews*, 9(2), 194-211.

- Meston, C. M., Freihart, B. K., & Stanton, A. M. (2023). Sexual Interest/Arousal Disorders. *Oxford Textbook of Psychopathology*, 404.
- Miedema, E., Le Mat, M. L., & Hague, F. (2020). But is it comprehensive? Unpacking the 'comprehensive' in comprehensive sexuality education. *Health Education Journal*, 79(7), 747-762.
- Nazari, F., Shaygannejad, V., Mohammadi Sichani, M., Mansourian, M., & Hajhashemi, V. (2020). Sexual dysfunction in women with multiple sclerosis: prevalence and impact on quality of life. *BMC urology*, 20, 1-10.
- Onur, Ö. Ş., & Teksin, G. (2023). Clinical Features of Women with Genito-Pelvic Pain, Penetration Disorder and Disordered Eating Attitudes: A Cross Sectional Study. *Archives of Neuropsychiatry*, 60(4), 327.
- Öz, H. G., Yangın, H. B., & Sözer, G. A. (2021). Cinsel sağlık dersinin hemşirelik öğrencilerinin cinsel mitleri üzerine etkisi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 30(6), 400-408.
- Pan, M., Pan, X., Zhou, J., Wang, J., Qi, Q., & Wang, L. (2022). Update on hormone therapy for the Management of postmenopausal women. *Bioscience trends*, 16(1), 46-57.
- Parish, S. J., Cottler-Casanova, S., Clayton, A. H., McCabe, M. P., Coleman, E., & Reed, G. M. (2021). The evolution of the female sexual disorder/dysfunction definitions, nomenclature, and classifications: a review of DSM, ICSM, ISSWSH, and ICD. *Sexual Medicine Reviews*, 9(1), 36-56.
- Pelit Aksu, S. & Şentürk Erenel, A. (2023). Menopozal dönem semptomları ve hemşirelik bakımı. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1).
- Pinkerton, J. V. (2020). Hormone therapy for postmenopausal women. *New England Journal of Medicine*, 382(5), 446-455.
- Pistre, N., Schreck, B., Grall-Bronnec, M., & Fatseas, M. (2023). Should problematic sexual behavior be viewed under the scope of addiction? A systematic review based on DSM-5 substance use disorder criteria. *Addictive Behaviors Reports*, 100510.
- Reddy, B. S. C., & Somani, A. (2023). Sexual Satisfaction: Female Orgasm. In *Encyclopedia of Sexual Psychology and Behavior* (pp. 1-4). Cham: Springer International Publishing.
- Şahan, Ö., & Oskay, Ü. (2021). Postmenopozal dönemde uyku değişiklikleri ve yönetimi. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 8(4), 350-359.
- Scavello, I., Maseroli, E., Di Stasi, V., & Vignozzi, L. (2019). Sexual health in menopause. *Medicina*, 55(9), 559.
- Seganfredo, I. B., Bianchi, C., Tacla, M., Chedraui, P., Haddad, J. M., Simoes, R., ... & Soares Jr, J. M. (2024). Comparison of promestriene with vaginal fractional CO2 laser and radiofrequency treatments of genitourinary syndrome of menopause. *Maturitas*, 108008.
- Süzer, M. (2022). Kadınlarda cinsel doyum ile beden algısı ve yeme tutumu arasındaki ilişkinin incelenmesi (Yayın No. 722996) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Toker, S. (2023). Dünyada ve Türkiye’de Kadınlarda Cinsel Sağlık ve Üreme Sağlığı Sorunları: Güncel Veriler. ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 10(2), 31-38.
- Thomas, E. J., & Gurevich, M. (2021). Difference or dysfunction?: Deconstructing desire in the DSM-5 diagnosis of female sexual interest/arousal disorder. *Feminism & Psychology*, 31(1), 81-98.
- Wahlin-Jacobsen, S., Pedersen, A. T., Kristensen, E., Læssoe, N. C., Lundqvist, M., Cohen, A. S.,... & Giraldi, A. (2015). Is there a correlation between androgens and sexual desire in women?. *The journal of sexual medicine*, 12(2), 358-373.
- Wolfman, W., Krakowsky, Y., & Fortier, M. (2021). Guideline no. 422d: menopause and sexuality. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 43(11), 1334-1341.
- Yılbaş, B. (2022). Kadınlarda antidepressan kullanımına bağlı gelişen cinsel işlev bozukluklarının tedavisinde modafinil bir seçenek olabilir mi? İki olgu sunumu. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 33(3).
- Yıldız, Z. (2019). Klimakterik dönemdeki kadınlarda fiziksel aktivite düzeyinin yaşam kalitesi, uyku ve anksiyete üzerine etkileri (Yayın No. 570711) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, R. Ö. (2019). Postmenopozal kadınlarda fiziksel aktivite düzeyinin depresyon, anksiyete, yaşam kalitesi, yorgunluk ve uyku kalitesiyle ilişkisi (Yayın No. 566684) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, R. (2023). Cinsel işlev bozukluklarında bilişsel davranışçı terapi ve diğer psikoterapi yöntem ve teknikleri. *Telakki Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 46-59.

YENİDOĞAN ANNELERİNE VERİLEN SAĞLIK EĞİTİMLERİNİN MATERNAL BAĞLANMAYA ETKİLERİNİN İNCELENDİĞİ HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Ars. Gör. Büşra KÜTÜK

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, busra.kutuk@medeniyet.edu.tr,
ORCID ID: 0009-0007-2258-1415

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’de yenidoğan annelerine verilen sağlık eğitimlerinin maternal bağlanmaya etkilerinin incelendiği lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi yapılmıştır. Eylül-Ekim 2024 tarihlerinde, İstanbul Medeniyet Üniversitesi’nin erişim altyapısıyla YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında gelişmiş tarama kısmında yapılan literatür taramasında “Tez Adı” seçeneği kullanılarak "maternal bağlanma", "eğitim" ve "anne" anahtar kelimeleri kullanılarak toplam 64 lisansüstü tez bulunmuştur. Literatür taraması sürecinde dahil edilme kriterlerine uymayan, eksik metinli, erişime kapatılmış, Türkçe olmayan lisansüstü tezler eleme kriterleri olarak belirlenmiş ve geriye kalan 7 lisansüstü tez bu çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen lisansüstü tezler çeşitli özelliklere (lisansüstü tezin türü, tezin yapıldığı yıl, tezin yapıldığı anabilim dalı, tezin yapıldığı örneklem grubu, tezlerde kullanılan araştırma türü ve sonuçları) göre incelenmiş ve genel eğilimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen lisansüstü tezlerin tamamı (n=7) doktora tezidir. İncelenen lisansüstü tezlerin ise %14’ü metodolojik ve yarı deneysel, %14’ü deneysel, %29’u yarı deneysel ve %43’ü randomize kontrollü çalışma deseninde yürütülmüştür. Tezlerin anabilim dallarına göre dağılımı; Hemşirelik Anabilim Dalı (n=4), Çocuk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı (n=2) ve Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı (n=1) olarak saptanmıştır. İlk tezler 2018 yılında yayımlanmış olup, yıllara göre dağılımda 2022 ve 2023 yıllarında da ikişer tez bulunmuştur. Lisansüstü tezlerin örneklem grupları incelendiğinde; %29’unun preterm yenidoğan anneleri, %14’ünün miadında doğan yenidoğanların anneleri ve diğer gebelik haftalarında olan annelerle yürütüldüğü görülmüştür. Tezlerin konularına göre dağılımı, ebeveynlik eğitimi, annelik rolü ve emzirme eğitimi gibi çeşitli konuları kapsamaktadır. Bu analiz, yenidoğan annelerine yönelik eğitimlerin maternal bağlanma üzerindeki etkilerini değerlendirerek, hemşirelik alanında eğitimlerin geliştirilmesine yönelik öneriler sunmaktadır. Kanıt düzeyi yüksek, gebelere ve yenidoğan annelerine verilen eğitimlerin yer aldığı daha çok çalışma yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maternal bağlanma, eğitim, anne, hemşirelik

GİRİŞ

Anne ile bebek arasındaki besleyici ve tatmin edici ilişkilerin ardından annelerin bebeklerine duyduğu sevgi bağı, maternal bağlanma olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlanma, doğum öncesi dönemde başlayıp yenidoğan döneminde ve sonrasında giderek güçlenmektedir. Annelerin bebeklerine sevgiyle bağlanması, bebeklerin sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için en kritik gelişimsel desteği oluşturmaktadır (Tüzün & Sayar, 2006; Keskin & Çam, 2007).

Maternal bağlanma, anne kimliğinin önemli bir unsuru olup, anneliğe sağlıklı bir şekilde uyum sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. Prenatal dönemde kurulan ebeveyn-fetüs ilişkisinin kalitesinin, doğum sonrası ebeveyn-bebek ilişkisinin niteliğiyle doğrudan bağlantılı olduğunu ortaya koyulmuştur (Alhusen, 2008). Bu erken dönemde kurulan bağ, çocuğun duygusal ve bilişsel gelişiminde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle, anne-fetüs bağlanmasını etkileyen faktörlerin bilinmesi, bebeğin sağlıklı gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır. Güvenli bir bağlanma geliştiren çocuklar, yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde daha güçlü bilişsel yetenekler ve daha sağlıklı sosyal ilişkiler kurma eğilimindedirler (Sroufe, 2005).

Gebelik ve doğum sonrası süreçte, anne ya da bebeğe dair çeşitli unsurlar anne-bebek bağlanmasını etkileyebilmektedir (Dubber, Reck, Müller, & Gawlik, 2015). Gebeliğin istenme durumu, annenin yaşı, çocuk sayısı, annenin algıladığı sosyal destek, eş desteği, ailenin sosyo-ekonomik durumu, yenidoğanın cinsiyeti, sağlık sorunları ve doğum sırasında yaşanan olaylar anne bebek bağlanmasını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Mutlu, Yorbık, Tanju, Çelikel, & Sezer, 2015).

Hemşireler, güvenli bağlanma davranışının gelişmesine destek olmak amacıyla doğum öncesi dönemden itibaren risk altındaki anneleri ve aileleri belirlemelidir. Ardından, bu annelerle olumsuz durumların giderilmesi veya etkilerinin azaltılması yönünde iş birliği yaparak çalışmalıdırlar (Ottosson & Lantz, 2017). Doğumdan sonraki günlerde ise hemşirelerin anneleri bilgilendirmesi, aile üyelerini anneye destek olmaya teşvik etmesi, anne ile bebek arasında güvenli bir bağlanmanın oluşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Hemşire, anneyi kendi yapabileceği şeyler konusunda cesaretlendirmeli ve ihtiyaç duyduğu konularda yardım alması için desteklemelidir (Köse, Çınar, & Altınkaynak, 2013).

Amaç

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de yenidoğan annelerine verilen sağlık eğitimlerinin maternal bağlanmaya etkilerinin incelendiği hemşirelik alanında yapılan lisansüstü tezleri bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmesidir. Araştırmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

- Yapılan lisansüstü tez türlerinin dağılımı nasıldır?
- Yapılan lisansüstü tezlerin anabilim dallarına göre dağılımları nasıldır?
- Yapılan lisansüstü tezlerin araştırma türlerinin dağılımları nasıldır?
- Yapılan lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
- Yapılan lisansüstü tezlerin örneklem grupları nelerdir?
- Yapılan lisansüstü tezlerin konu dağılımı nedir?

YÖNTEM

Araştırmanın Tipi: Bu araştırma tekil tarama modeli ile yürütülmüş ve doküman inceleme tekniği kullanılmış tanımlayıcı tipte bir araştırmadır.

Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Tezlerin YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde erişime açık olması,
- Tezlerin Türkiye'de yürütülmüş olması,
- Tezlerin Türkçe olarak yazılması,
- Tezlerin hemşirelik alanında yapılmış olması,
- Tezlerde annelere bir sağlık eğitimi yöntemi kullanılması,
- Tezlerin örnekleminin yenidoğan annelerini içermesi,
- Tezlerde sağlık eğitimi yönteminin maternal bağlanma ile ilişkisini incelenmesidir.

Araştırmanın Değişkenleri: Tezin türü, tezin yapıldığı üniversite, tezin yapıldığı anabilim dalı, tezin yapıldığı yıl, tezlerin çalışma desenleri ve araştırma sonuçları olarak belirlenmiştir.

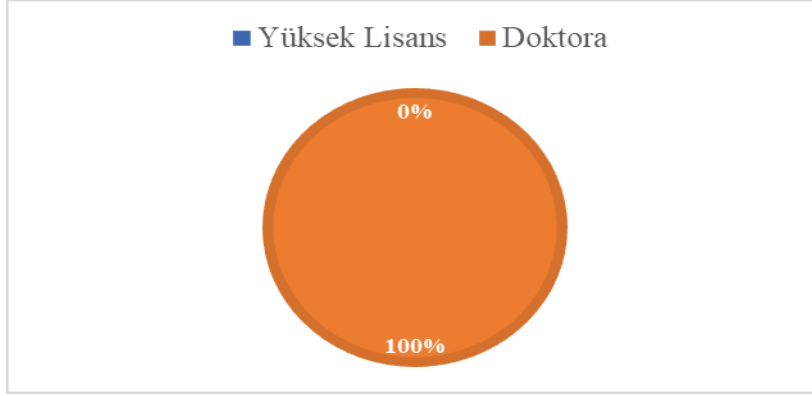
Verilerin Toplanması: Bu çalışmada, herhangi bir tarih aralığı sınırlaması olmaksızın Türkiye'de yenidoğan annelerine verilen sağlık eğitimlerinin etkilerinin incelendiği hemşirelik lisansüstü tezleri, Eylül-Ekim 2024 tarihlerinde İstanbul Medeniyet Üniversitesi'nin erişim alt yapısıyla YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında gelişmiş tarama aracılığı ile taranmıştır. Literatür taranırken "Tez Adı" seçeneği kullanılarak "maternal bağlanma", "eğitim", "anne" anahtar kelimeleri ile arama yapılmış ve yapılan tarama sonucunda hemşirelik alanında toplamda 64 lisansüstü tez bulunmuştur. "Maternal bağlanma", "eğitim", "anne" aramasında ise dahil edilme kriterlerine uymayan, tam metnine ulaşılamayan ve Türkçe yazılmamış tezler çıkarılıp geriye kalan 7 lisansüstü tez çalışmaya dahil edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi: Veriler, SPSS 25 (Statistical Package for the Social Sciences) ve Microsoft Office 2016 programları kullanılarak sayılar ve yüzdeler üzerinden analiz edilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada, Türkiye'de hemşirelik alanında yenidoğan annelerine verilen eğitimlerin maternal bağlanmaya etkilerini incelemek amacıyla yürütülen lisansüstü tezler üzerinde yapılan bir analiz sunulmuştur. Türkçe olarak yazılmış olan 7 lisansüstü tez incelenmiş ve bulgular "Tezin Türü", "Tezin Yürütüldüğü Anabilim Dalı", "Amaç", "Araştırma Türü" "Örneklem Grubu" ve "Tezin Konusu" gibi kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Yenidoğan annelerine verilen eğitimlerin maternal bağlanmaya etkisinin incelendiği çalışmalardan %100'ü (n=7) doktora tezi olarak yapılmıştır (Yılmaz, 2023; Karapelit, 2023; Asaloğlu, 2022; Ayran, 2018; Kadiroğlu, 2018; Eren, 2022; Can, 2018).



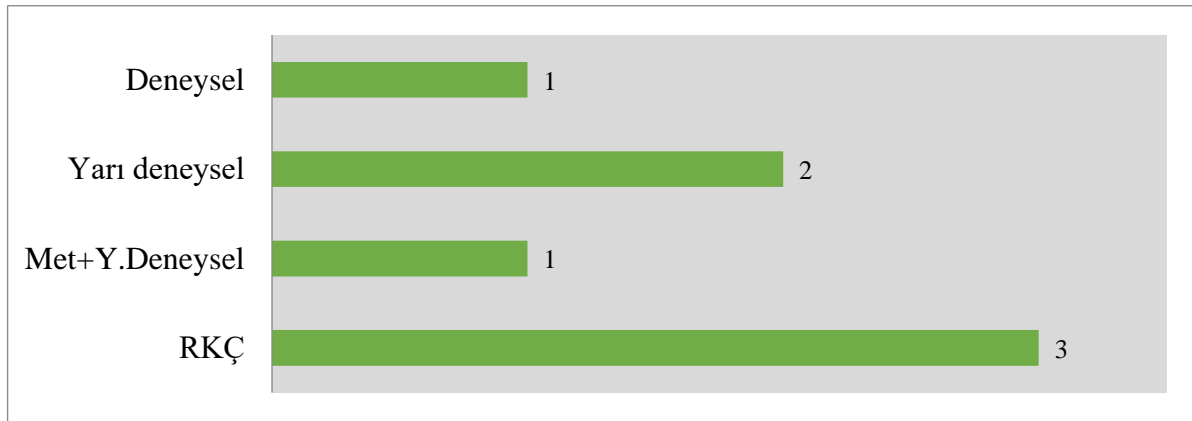
Görsel 1. Lisansüstü tez türlerinin dağılımı

Çizelge 1’de ise lisansüstü tezlerin yürütüldüğü Anabilim Dalına göre dağılımı verilmiş olup; tezlerin Hemşirelik Anabilim Dalı (n=4), Çocuk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı (n=2), Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı (n=1) yürütüldüğü belirlenmiştir.

Çizelge 1. Tezlerin Yürütüldüğü Anabilim Dalına Göre Dağılımı

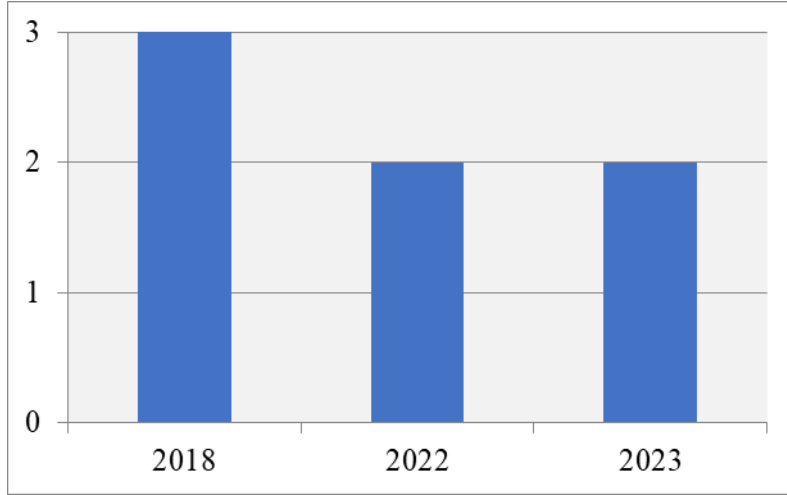
Anabilim Dalı	n	%
Hemşirelik	4	57
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	2	29
Hemşirelik Esasları	1	14

Yenidoğan annelerine verilen sağlık eğitimlerinin maternal bağlanmaya etkilerinin incelendiği hemşirelik lisansüstü tez çalışmalarının çalışma desenleri incelendiğinde tezlerin %14’ünün (n=1) metodolojik ve yarı deneysel olmak üzere iki aşamalı (Kadiroğlu, 2018) yürütüldüğü, %14’ünün (n=1) deneysel (Eren, 2022), %29’unun (n=2) yarı deneysel (Karapelit, 2023; Ayrar, 2018), %43’ü (n=3) ise randomize kontrollü çalışma deseninde (Yılmaz, 2023; Asaloğlu, 2022; Can, 2018) yapıldığı bulunmuştur (Görsel 2).



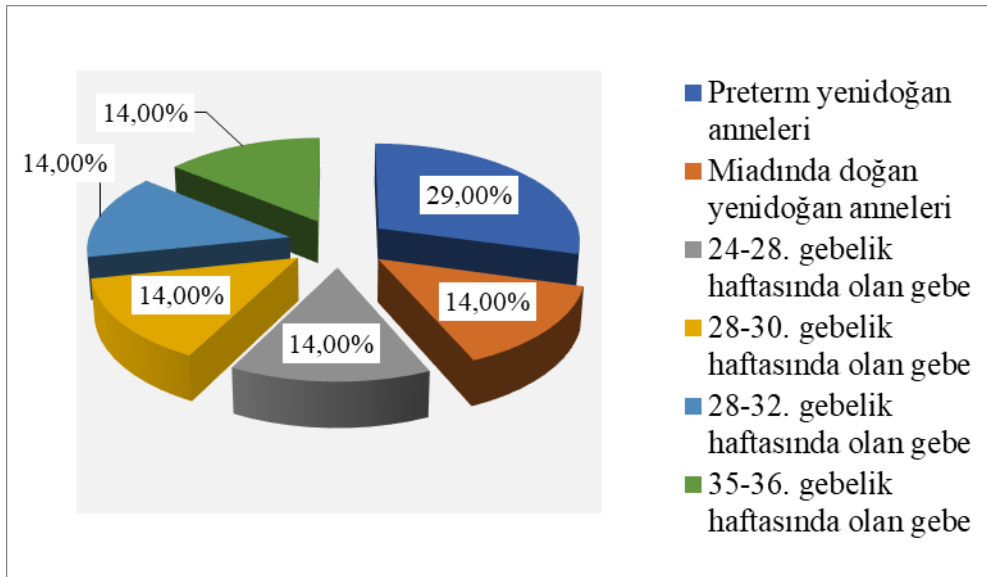
Görsel 2. Tezlerin Çalışma Desenine Göre Dağılımı

Yenidoğan annelerine verilen sağlık eğitimlerinin maternal bağlanmaya etkilerinin incelendiği ilk lisansüstü tezler 2018 yılında yayınlanmışlardır (Ayran, 2018; Kadiroğlu, 2018; Can, 2018). Yıllara göre dağılım farklılık göstermekle birlikte lisansüstü tezler en çok 2018 yılında; 2022 yılında 2 tane (Asaloğlu, 2022; Eren, 2022), 2023 yılında ise 2 tane (Yılmaz, 2023; Karapelit, 2023) tez yapılmıştır.



Görsel 3. Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Lisansüstü tezlerin yürütüldüğü örneklem grubu incelendiğinde; tezlerin %29'u preterm yenidoğan anneleri (Can, 2018; Kadiroğlu, 2018), %14'ü miadında doğan yenidoğanların anneleri (Ayran, 2018), %14'ü 24-28. gebelik haftasında olan, %14'ü 28-30. gebelik haftasında olan (Yılmaz, 2023), %14'ü 28-32. gebelik haftasında olan (Karapelit, 2023), %14'ü 35-36. gebelik haftasında olan (Asaloğlu, 2022) gebeler ile yürütüldüğü ile yürütüldüğü görülmüştür (Görsel 4).



Görsel 4. Tezlerin Örneklem Grubu Özelliğine Göre Dağılımı

Çizelge 2’de tezlerin konularına göre dağılımları verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tezlerin Konularına Göre Dağılımı

Konular	n	%
Annelik Rolü Yeteneği Kuramına Göre Ebeveynlere Verilen Eğitimin Annelik Rolü Anne Bebek ve Baba Bebek Bağlanmasına Etkisi	1	14,28
Bilgi, Motivasyon, Davranış Becerileri Modeli’ne Dayalı Çevrimiçi Verilen Ebeveynlik Eğitimi Programının Maternal ve Paternal Bağlanma Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	1	14,28
Primipar Gebelere Uygulanan “Anneliğe Geçiş Programının” Kendini Değerlendirme, Postpartum Problemler ve Maternal Bağlanma Sürecine Etkisi	1	14,28
Çevrimiçi Olarak Uygulanan Sağlık Eğitimi ve Progresif Kas Gevşetme Egzersizi Programının Postpartum Depresyon ve Anne Bebek Bağlanması Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma	1	14,28
Preterm Bebeği Olan Annelere Verilen Terapötik Dokunma Eğitiminin Annelerin Bağlanma Düzeyi ve Bebeğin Yanıtlarına Etkisi	1	14,28
Preterm Yenidoğan Annelerinde Bebek Bakımı Eğitiminin Maternal Bağlanma ve Annelik Özyeterliliğine Etkisi	1	14,28
Ebeveynlere Verilen Emzirme Eğitiminin Emzirme Öz-Yeterlilik Düzeyi, Sadece Anne Sütü ile Beslenme Süresi ve Ebeveyn Bebek Bağlanmasına Etkisi	1	14,28

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye’de yenidoğan annelerine yönelik verilen eğitim programlarının bağlanma süreci üzerindeki etkilerini inceleyen yedi lisansüstü tez analiz edilmiştir. İncelenen tezlerde, annelere ve gebelere sağlanan eğitimlerin bebeklerle olan maternal bağlanma düzeyini artırmada etkili olduğu bulunmuştur. Elde edilen bulgular, anne-bebek bağlanmasının güçlenmesi ve maternal bağlanma sürecinin desteklenmesi amacıyla yapılan eğitim programlarının önemini ortaya koymaktadır. Gelecekte yenidoğan bakımında ve sağlık eğitimlerinde annelerin desteklenmesini hedefleyen çalışmaların artacağı öngörülmektedir.

Bu analizde yer alan tezlerin çoğunun, deneysel tasarıma sahip randomize kontrollü çalışmalar olduğu ve kanıt değeri yüksek bulgular sağladığı belirlenmiştir. Yenidoğan hemşireliği alanında, yenidoğanlara ve annelerine yönelik bağlanma sürecini destekleyen kapsamlı eğitim programlarının geliştirilmesi ve bu programların etkilerinin kanıt düzeyi yüksek araştırmalarla incelenmesi önerilmektedir. Doğum eylemi ve annelik süreci hem anne hem de bebek için fiziksel ve psikososyal uyum süreçlerini zorlaştıran bir durum olduğundan, bu alandaki eğitimlerin etkisinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Alhusen, J. L. (2008). A literature update on maternal-fetal attachment. *Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing : JOGNN*, 37(3), 315–328. doi:https://doi.org/10.1111/j.1552-6909.2008.00241.x

- Asalıoğlu, C. U., *Çevrimiçi Olarak Uygulanan Sağlık Eğitimi Ve Progresif Kas Gevşetme Egzersizi Programının Postpartum Depresyon Ve Anne Bebek Bağlanması Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2022.
- Ayran, G., *Ebeveynlere Verilen Emzirme Eğitiminin Emzirme Öz-Yeterlilik Düzeyi, Sadece Anne Sütü ile Beslenme Süresi ve Ebeveyn Bebek Bağlanmasına Etkisi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2018.
- Can, Ş., *Preterm Bebeği Olan Annelerin Bağlanma Düzeyi ve Bebeğin Yanıtlarına Etkisi için Verilen Terapötik Dokunma Eğitimi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- Dubber, S., Reck, C., Müller, M., & Gawlik, S. (2015). Postpartum bonding: the role of perinatal depression, anxiety and maternal-fetal bonding during pregnancy. *Archives of Women's Mental Health*, 18, 187-195.
- Eren, D. Ç., *Primipar Gebelere Uygulanan "Annelikle Geçiş Programı"nın Kendini Değerlendirme, Postpartum Problemler ve Maternal Bağlanma Sürecine Etkisi*, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun, 2022.
- Köse, D., Çınar, N., & Altınkaynak, S. (2013). Yenidoğanın anne ve baba ile bağlanma süreci. *STED/Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 22(6), 238-244.
- Kadiroğlu, T., *Preterm Yenidoğan Annelerinde Bebek Bakımı Eğitiminin Maternal Bağlanma ve Anelik Özyeterliliğine Etkisi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2018.
- Karapelit, Z., *Anelik Rolü Yeteneği Kuramına Göre Ebeveynlere Verilen Eğitimin Anelik Rolü, Anne Bebek ve Baba Bebek Bağlanmasına Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2023.
- Keskin, G., & Çam, O. (2007). Bağlanma Süreci: Ruh Sağlığı Açısından Literatürün Gözden Geçirilmesi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 23(2), 148-158.
- Mutlu, C., Yorbık, Ö., Tanju, İ. A., Çelikel, F., & Sezer, R. G. (2015). Doğum öncesi, doğum sırası ve doğum sonrası etkenlerin annenin bağlanması ile ilişkisi. *Anatolian Journal of Psychiatry*, 16, 442-450. doi:10.5455/apd.172669
- Ottosson, C., & Lantz, B. (2017). Parental participation in neonatal care. *Journal of Neonatal Nursing*, 23(3), 112-118. doi:https://doi.org/10.1016/j.jnn.2016.11.001
- Sroufe, L. A. (2005). Attachment and development: a prospective, longitudinal study from birth to adulthood. *Attachment & Human Development*, 7(4), 349-367. doi:10.1080/14616730500365928
- Tüzün, O., & Sayar, K. (2006). Bağlanma Kuramı ve Psikopatoloji. *Düşünen Adam*, 19(1), 24-39.
- Yılmaz, S. T., *Bilgi, Motivasyon, Davranış Becerileri Modeli'ne Dayalı Çevrimiçi Verilen Ebeveynlik Eğitimi Programının Maternal ve Paternal Bağlanma Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2023.

YENİDOĞANLARDA MATERNAL BAĞLANMAYI DESTEKLEYEN HEMŞİRELİK UYGULAMALARI

Arş. Gör. Büşra KÜTÜK

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, busra.kutuk@medeniyet.edu.tr,
ORCID ID: 0009-0007-2258-1415

ÖZET

Maternal bağlanma, anne ve bebek arasında doğumla birlikte oluşmaya başlayan, bebeklerin güvenli bir ortamda gelişimini sürdürmesi ve çevresiyle sağlıklı bir ilişki kurması açısından hayati öneme sahip bir süreçtir. Bebekler, gelişimlerinin ilk aşamalarında annelerine fiziksel ve duygusal olarak bağımlı oldukları için, bu bağlanma süreci onların ilerleyen yaşamlarındaki güven duygularını doğrudan etkiler. Anneler bebeklerinin duygusal ve fiziksel gereksinimlerini karşıladığında, bebekler çevrelerini güvenli bir yer olarak algılar ve güvenle keşfetmeye başlarlar. Aksi durumda, bebeklerin bağlanma süreçleri olumsuz etkilenebilir ve istismar veya ihmal riski doğabilir.

Bu bağlanmanın sağlıklı şekilde gelişmesi için yenidoğan döneminde gerçekleştirilen hemşirelik uygulamaları büyük önem taşır. Maternal bağlanmayı desteklemek adına hemşirelerin sunduğu uygulamalar arasında; anne-bebek arasında ten tene temas sağlanması, emzirme sürecinin teşvik edilmesi, anne ve bebeğin aynı odada bulunmasının sağlanması, annelere bebek bakımı ve bebekle doğru iletişim kurma konusunda eğitim verilmesi, yoga ve masaj gibi yöntemler bulunmaktadır. Özellikle doğum sonrası ilk anlarda uygulanan ten tene temas, bebeğin annesiyle güvenli bir bağ kurmasına katkı sağlamaktadır. Bu tür uygulamalar, yenidoğan hemşireleri tarafından desteklendiğinde, bebeklerin sağlıklı bir bağlanma süreci yaşamalarına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, yenidoğan döneminde maternal bağlanmayı destekleyen hemşirelik uygulamaları ele alınmakta ve bağlanma sürecine olan katkıları detaylı şekilde açıklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Maternal bağlanma, hemşirelik, yenidoğan

1. GİRİŞ

Bağlanma, insan gelişiminde kritik bir rol oynayan bir olgudur. Doğumla birlikte anne ve bebek arasında şekillenmeye başlayan bu süreç bireyin gelişimini, diğer insanlarla olan etkileşimlerini ve psikolojik dengesini etkileyerek yaşam boyu devam eder. Bebekler, motor ve bilişsel yeteneklerinin henüz tam olarak gelişmemiş olması nedeniyle bakım veren kişiye muhtaçtır (Güleç & Kavlak, 2013). Bebekler öncelikle annelerine bağlanarak çevreyi keşfetme ve çevresel etkilerden korunma eğilimindedirler. Bu doğrultuda yaşamlarını sürdürebilmek için güvenlik arama davranışı gösterirler ve anneleri ile yakınlık kurmaya çalışırlar (Yılmaz S. D., 2013). Anne ve bebek arasında oluşan ve iki tarafın da büyük haz duyduğu bu bağlanma, maternal bağlanma olarak adlandırılır ve özellikle anne-çocuk sevgisinin gelişimi açısından önemli bir temel oluşturur (Ferketich & Mercer, 1994; Nacar & Gökkaya, 2019). Eğer anneler bebekler duygusal ve fiziksel ihtiyaçlarını yeterince karşılarsa bebekler dünyayı güvenli bir yer olarak algırlar ve güven duyguları gelişir. Ancak bebeklerin bu ihtiyaçları karşılanmazsa,

bebekler maternal bağlanma sürecinde gecikmeler yaşarlar ve istismar ya da ihmal riskiyle karşılaşabilirler (Kınık & Özcan, 2020).

Bu çalışmada yenidoğan döneminde maternal bağlanmayı destekleyen hemşirelik uygulamaları incelenecektir. Mevcut olan uygulamaların maternal bağlanmayı sağlamadaki etkisi açıklanacaktır.

2. YENİDOĞAN DÖNEMİNDE BAĞLANMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bağlanmanın niteliği büyük önem taşır ve bu sürecin sağlıklı ve güvenli şekilde kurulmasını etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Annenin yaşı, eğitim durumu, çalışma durumu, aile tipi, evlilik süresi ve evlilik uyumu, gebeliğin istenme ve planlanma durumu, gebelik sayısı ve yaşayan çocuk, psikososyal durum, sosyal destek alma durumu, prenatal bakım alma ve doğuma hazırlık sınıfına katılma durumu maternal bağlanmayı etkileyen faktörler arasındadır (Teskereci ve ark.,2021).

Çizelge 1: Anne Bebek Bağlanmasını Etkileyen Faktörler (Köse, Çınar, & Altınkaynak, 2013)

Maternal Bağlanmayı Olumlu Etkileyen Faktörler	Maternal Bağlanmayı Olumsuz Etkileyen Faktörler
Planlanmış gebelik durumu	İstenmeyen gebelik
Sağlık personelinin desteği	Destek sistemlerinin yoksunluğu
Bebeğinin hayal ettiğine yakın olması	Hasta ya da anamolili bebek
İstenilen cinsiyet	Gebelik süresince stres
Doğuma hazırlanmış olması	Zorlu bir gebelik ve doğum
Doğum sonrası iyi beslenme	Bebekten ayrılma
Kolay doğum gerçekleşmesi	Katı prosedür ve rutinler
Doğumda herhangi bir komplikasyonun olmaması	Maternal komplikasyonlar

Erken dönemde sağlanan olumlu maternal bağlanma, çocukların sosyal becerilerini, okula hazırlık düzeylerini ve okul öncesi dönem başarılarını olumlu yönde etkilemektedir. Zayıf bağlanma, çocuğun annesine karşı duygusal bağlanma zayıflığına, sosyal işlevsellikte bozulmaya ve gelecekte yetersiz başa çıkma becerileri geliştirme riskine yol açabilir. Ayrıca, sağlam bir erken bağlanmanın eksikliği çocukların mutlu, bağımlı, dayanıklı olmalarını zorlaştırmaktadır (Hailemeskel, Kebede, Fetene, & Dagnaw, 2022).

3. MATERNAL BAĞLANMAYI DESTEKLEYEN HEMŞİRELİK GİRİŞİMLERİ

Anne ve ve bebekle doğum öncesi, doğum sırası, doğum sonrası dönemlerde en fazla zaman geçiren sağlık profesyonelleri hemşirelerdir. Bu süreçte hemşireler bilinçli bir tutum sergileyerek maternal bağlanmanın oluşumunu ve sürdürülmesini sağlamakta en önemli rolü oynarlar (İşler, 2007).

Özellikle ilk kez annelik deneyimi yaşayan kadınlar bilgi eksiklikleri nedeniyle büyük bir stres altındadırlar. Hemşirelerin stres yaşayan annelere prenatal ve postnatal dönemlerde vereceği

eğitimler annelerin stres düzeylerini azalmaktadır. Annelerin bebekleri ile kurdukları bağın güçlenmesinde büyük bir rol oynamaktadır (Kınık & Özcan, 2020). Kadın ve çocuk sağlığı alanında çalışan hemşire ve ebelerin bu konudaki bilgi düzeylerini ve farkındalıklarını artırmak amacıyla özel eğitim programları oluşturulmalıdır (Bekmezci & Özkan, 2016).

Hemşireler empatik yaklaşım ve destek göstererek, ailelere bebeğe dokunmanın önemini anlatarak, bebeğin bakımına aktif katılımlarını sağlayarak annelerin sorunlar ile başa çıkmalarına yardımcı olmaktadır (İşler & Görak, 2007).

3.1.Ten teması ve kanguru bakımı

Ten teması genellikle doğumdan hemen sonra bebeğin kurulanıp annenin çıplak göğsüne yerleştirilmesi, ikisinin de sıcak bir battaniyeyle örtülüp en az bir saat veya ilk emzirme gerçekleşene kadar bu şekilde bırakılması olarak tanımlanmaktadır. Bu uygulama, anne-bebek bağlanmasını başlatmakta ve bebeğin rahimden dış dünyaya geçişini desteklemektedir (Lilliesköld, Zwedberg, Linnér, & Jonas, 2022). Doğum sonrası ten tene temasın sağlanması hem anne hem de bebek açısından faydalıdır (Widström, Brimdyr, Svensson, Cadwell, & Nissencorresponding, 2019). Plasentanın daha erken atılmasının sağlanması, kanamanın azalması, emzirmenin verimliliğinin artması ve maternal stres seviyelerinin düşmesi, ten tene temasın anneye sağladığı faydalar arasındadır. Ayrıca doğumdan sonraki ilk saat içinde annenin oksitosin seviyelerindeki artışın anne-bebek bağlanmasının kurulmasına yardımcı olduğu öne sürülmektedir (Gabriel ve ark.,2010; Karimi, Miri, Salehian, Khadivzadeh, & Bakhshi, 2019; Aghdas, Talat, & Sepideh, 2014; Handlin ve ark., 2009). Doğum olayının olumsuz sonuçlarının azaltılması, daha iyi bir termoregülasyon sağlanması, daha az ağlama ise bebek için ten temasının faydaları arasındadır (Bystrova ve ark.,2003; Beiranvand, Valizadeh, Hosseinabadi, & Pournia, 2014).

Ten tene temasın aynı zamanda daha optimal bir emme sağladığı da belirtilmiştir (Abdelmenem, Ahmed, & Belal, 2019). Ülkemizde yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde uygulanan başarılı emzirmenin 10 adımına ek olarak annenin ve bebeğin olabildiğince ten-tene temasını ve kanguru bakımının önemini anlatan öneriler hastane personellerine iletilmiştir (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2023).



Görsel 1: (La Leche League GB, 2024)



Görsel 2: (La Leche League International, 2021)

Ten tene temasın doğru bir şekilde sağlanması için hemşireler tarafından uygulanması gereken prosedürler aşağıda sıralanmıştır:

1. **Anne Hazırlığı:** Anne önu açılabilen bir gömlek giymeli ya da tamamen çıplak olmalıdır. Sütyen kullanılmamalıdır. Bebeğin üzeri yalnızca bir bezle kapalı olmalıdır. Oda sıcaklığı düşükse anne ve bebek hafif bir battaniye ile örtülmelidir. Ancak bebeğin yüzünün açık olduğundan ve solunum yolunun engellenmediğinden emin olunmalıdır.
2. **Bebeğin Pozisyonlanması:** Bebek, annenin göğsüne yakın bir şekilde, bacakları ve kolları rahatça bükülü, kurbağa pozisyonunda dik bir şekilde yerleştirilmelidir. Bebeğin yanağı annenin göğsüne yaslanmalı, çenesi hafif yukarı kalkık olmalıdır. Bu pozisyon, bebeğin hem rahat nefes almasını hem de annenin yüzünü görebilmesini sağlamalıdır.
3. **Annenin Rahatlatılması:** Anne, sandalye veya yatakta yarı oturur bir pozisyonda desteklenmeli ve rahatlatılmalıdır. Eğer anne ve bebeğin birlikte uyuması planlanıyorsa, güvenli uyku kurallarına mutlaka uyulmalıdır. Anne, hafif eğimli bir pozisyonda desteklenmeli, ancak bebek asla yastıklarla desteklenmemelidir (La Leche League International, 2021).

Kanguru bakımı ise prematüre bebekler ile anne arasında erken, sürekli ve uzun süreli ten tene teması, özel emzirme veya anne sütü ile besleme, hastanede başlatılan kanguru bakımı sonrası erken taburcu olma ve evde anneye yeterli destek ve takip sağlama olarak tanımlanmıştır (Dickson ve ark.,2014). Kanguru bakımı stabil klinik duruma sahip ve 2000 g'dan az ağırlığa sahip bebeklerde mortalite riskini, hipotermi, ciddi hastalık, hastane kaynaklı enfeksiyonlar, hastanede kalış süresini önemli ölçüde azaltmakta ve büyüme, emzirme ve anne-bebek bağlanmasını iyileştirmektedir (Chan, Valsangkar, Kajeepeta, Boundy, & Wall, 2016).

3.2. Erken emzirme ve odanın paylaşılması

Anne sütünün üretimi, yenidoğanın emzirilmesiyle tetiklenen prolaktin ve oksitosin hormonlarıyla sağlanır (Exavery, Kanté, Hingora, & Phillips, 2015). İlk günlerde üretilen sarı veya altın rengi kolosturum olarak da adlandırılan ilk süt yenidoğan için önemli bir besin ve bağışıklık koruması kaynağıdır. Anne ile bebek arasında duygusal bağ kurmayı kolaylaştırır. Yenidoğanların enfeksiyon kapmasını önler ve yenidoğan ölüm oranını azaltır (World Health Organization, 2023).

"Rooming-in" anne ve bebeğin birlikte odayı paylaşmasına verilen isimdir. Bu uygulama, postnatal normal bebekleri olan annelerin doğumdan itibaren hastaneye geldikleri andan itibaren aynı odada kalmalarını ifade eder. Anneler, belirli bir tıbbi durum gerektirmedikçe bebekleri ile taburcu olana kadar birlikte kalırlar (Jaafar, Ho, & Lee, 2016).

Maternal bağlanmanın doğru bir şekilde gerçekleşebilmesi için annenin bebeği ile konuşması, mümkünse bebeğine dokunması, ten tene temasın sağlanması, hastanede mümkün olduğunca uzun süre bebekleri ile aynı odada birlikte olmaları ve emzirmenin erken gerçekleşmesi gerektiği konusunda alanda çalışan hemşirelerin anneleri cesaretlendirmesi gereklidir (Öztürk, 2010; Yılmaz & Kostak, 2021; Akyüz, 2017; Açar & Yıldırım, 2023; Döndar, 2021).

3.3 Yoga ve meditasyon

Anne-bebek arasındaki bağlanma, gebelik döneminde başlamakta olup doğumla birlikte derinleşmektedir ve bu bağ doğum sonrası yoga ile güçlendirilebilir (Koyuncu, 2019). Postpartum dönemde yapılan yoga, doğum sırasında oluşan gerginlik ve endişeleri hafifletir. Ayrıca, pelvik tabanın kuvvetlenmesine ve perine dokusunun iyileşmesine yardımcı olur. Bu süreç, anne ve bebek arasındaki uyku düzeninin uyumlu hale gelmesine ve daha sağlıklı bir uykuya geçişe katkı sunar. Ek olarak yoga ve meditasyon uygulamaları, hormonal dengeyi koruyarak süt üretimini artırır ve emzirme sürecinin daha sağlıklı devam etmesine destek olabilmektedir (Malis, Meyer, & Gross, 2017; Ko, Yang, Fang, Lee, & Lin, 2013; Buttner, Brock, O'Hara, & Stuart, 2015).

3.4. Dokunma ve masaj

Doğum sonrası yenidoğan bebeklerde dokunma duygusu hızla gelişmektedir (Abdallaha, Badr, & Hawwari, 2013). Bebek masajı anne ile bebek arasındaki maternal bağlanmayı güçlendirmek için önemli bir uygulamadır (Yılmaz H. B., 2019). Bebek masajı yoluyla sağlanan fiziksel temas, bebeğin güven duygusunu pekiştirirken, anne-bebek bağının güçlenmesine katkı sağlar. Bu masaj uygulaması, ebeveynlerin bebekleriyle daha sıcak ve sevgi dolu bir ilişki kurmalarını teşvik eder ve bu bağlamda ebeveynlerin bebeklerinin sağlıklı büyüme ve gelişimini desteklemelerine olanak tanır. Bebek masajı, ebeveyn ile bebek arasındaki duygusal bağlılığı artırırken, bebeğin genel sağlığı üzerinde olumlu etkiler sunar ve güvenli bir gelişim ortamı yaratır (Shoghi, Sohrabi, & Rasouli, 2018; Erçelik, Doğan, & Yılmaz, 2022). Literatürde yapılmış randomize kontrollü çalışmalar incelendiğinde bebeklerine masaj uygulaması yapan annelerin maternal bağlanmasının kontrol gruplarındaki annelere göre daha kuvvetli olduğu bulunmuştur (Sohrabi, Ahmadi, Mosayebi, & Haghani, 2014; Shoghi, Sohrabi, & Rasouli, 2018; Hartanti, Salimo, & Widyaningsih, 2019).

Bebek masajı için en uygun zaman banyo sonrası olup, bebeğin aç olmadığı, huzurlu ve uyanık olduğu anlardır. Masaj için 24 derece sıcaklıkta, sessiz bir ortam tercih edilmelidir. Gerekli malzemeler annenin kolayca ulaşabileceği bir yerde hazır olmalıdır. Masaj öncesinde eller yıkanmalı, aksesuarlar çıkarılmalı ve anne ile birlikte nefes egzersizi yapılmalıdır (Yılmaz H. B., 2019).



Görsel 3: (Erçelik, 2022)

4. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

Yenidoğanlarda maternal bağlanmayı destekleyen hemşirelik uygulamalarının, anne-bebek ilişkisini güçlendirmede önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Hemşirelik bakımında annenin duygusal ve fiziksel ihtiyaçlarının karşılanması, anne-bebek arasındaki bağlanma sürecinin sağlıklı bir şekilde gelişmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda, hemşirelerin duyarlı ve destekleyici yaklaşımlar sergilemesi, annelerin kendilerine olan güvenini artırarak, bebeklerinin ihtiyaçlarını daha doğru bir şekilde karşılamalarına yardımcı olmaktadır.

Yapılan araştırmalar ve bu çalışmanın bulguları hemşirelerin, maternal bağlanmayı güçlendiren uygulamaları rutin bakım sürecine dahil etmelerinin, kısa ve uzun vadede bebeklerin psikososyal gelişimi üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Bu nedenle, hemşirelik eğitim programlarında ve hastane protokollerinde bu tür uygulamalara daha fazla yer verilmesi, anne ve bebeğin gelecekteki ilişkileri ve sağlıkları açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Öztürk, R., *Prematüre Bebeği Olan Annelerin Depresyon ve Maternal Bağlanma İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2010.
- Abdallaha, B., Badr, L. K., & Hawwari, M. (2013). The efficacy of massage on short and long term outcomes in preterm infants. *Infant Behavior and Development*, 36(4), 662-669.
- Abdelmenem, E. E., Ahmed, M. H., & Belal, G. A. (2019). Effect of Early Maternal and Newborn Skin to Skin Contact after Birth on the Duration of Third Stage of Labor and Initiation of Breastfeeding. *Tanta Scientific Nursing Journal*, 17(2), 123-147. doi:10.21608/tsnj.2019.71528
- Aghdas, K., Talat, K., & Sepideh, B. (2014). Effect of immediate and continuous mother-infant skin-to-skin contact on breastfeeding self-efficacy of primiparous women: a randomised control trial. *Women and Birth : Journal of the Australian College of Midwives*, 27(1), 37-40. doi:10.1016/j.wombi.2013.09.004
- Akyüz, Y., *Doğum Yapan Kadınların Maternal Bağlanma ve Emzirme Öz-Yeterliliği İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.
- Ağar, T., & Yıldırım, F. (2023). Preterm Bebek Annelerinin Maternal Bağlanma, Emzirme Özyeterliliği ve Bakıma Katılım Düzeyleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(3), 466 - 475. doi:https://doi.org/10.51754/cusbed.1365922
- Başdaş, Ö., Efe, Y. S., Erdem, E., Özdemir, A., Güneş, T., & Öztürk, M. A. (2022). Anne Bebek Bağlanmasını Etkileyen Faktörler. *YOBU Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(2), 130-136.
- Beiranvand, S., Valizadeh, F., Hosseinabadi, R., & Pournia, Y. (2014). The Effects of Skin-to-Skin Contact on Temperature and Breastfeeding Successfulness in Full-Term Newborns

- after Cesarean Delivery. *International Journal of Pediatrics*, 846486. doi:<https://doi.org/10.1155/2014/846486>
- Bekmezci, H., & Özkan, H. (2016). Gebelikte Psikososyal Sağlık Bakım, Prenatal Bağlanma Ve Ebe-Hemşirenin Sorumlulukları. *Uluslararası Hakemli Kadın Hastalıkları ve Anne Çocuk Sağlığı Dergisi (JACSD)*, 50-62. doi:10.17367/JACSD.2016823640
- Buttner, M. M., Brock, R. L., O'Hara, M. W., & Stuart, S. (2015). Efficacy of yoga for depressed postpartum women: A randomized controlled trial. *Complementary therapies in clinical practice*, 21(2), 94–100. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2015.03.003>
- Bystrova, K., Widström, A. M., Matthiesen, A. S., Ransjö-Arvidson, A. B., Welles-Nyström, B., Wassberg, C., . . . Uvnäs-Moberg, K. (2003). Skin-to-skin contact may reduce negative consequences of "the stress of being born": a study on temperature in newborn infants, subjected to different ward routines in St. Petersburg. *Acta paediatrica*, 92(3), 320–326. doi:10.1080/08035250310009248
- Chan, G. J., Valsangkar, B., Kajeepeta, S., Boundy, E. O., & Wall, S. (2016). What is kangaroo mother care? Systematic review of the literature. *Journal of Global Health*, 6(1). doi:10.7189/jogh.06.010701
- Döndar, Ş., *Postpartum Dönemde Annelerin Maternal Bağlanma Düzeyleri ve Etkileyen Faktörler*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2021.
- Dickson, K. E., Simen-Kapeu, A., Kinney, M. V., Huicho, L., Vesel, L., Lackritz, E., . . . Group, L. E. (2014). very Newborn: health-systems bottlenecks and strategies to accelerate scale-up in countries. *Lancet*, 384(9941), 438–454. doi:10.1016/S0140-6736(14)60582-1
- Erçelik, Z. E., Doğan, P., & Yılmaz, H. B. (2022). The Effect of Massage on Growth in Premature Babies: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Education and Research in Nursing*, 19(2), 191-197.
- Erçelik, Z. E., *Bebek Masajının Bebeklerde Büyümeye, Anne Bebek Bağlanmasına ve Annelerin Özgüvenine Etkisi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2022.
- Exavery, A., Kanté, A. M., Hingora, A., & Phillips, J. F. (2015). Determinants of early initiation of breastfeeding in rural Tanzania. *International Breastfeeding Journal*, 10(27). doi:10.1186/s13006-015-0052-7
- Ferketich, S. L., & Mercer, R. T. (1994). Predictors of paternal role competence by risk status. *Nursing Research*, 43(2), 80-85.
- Güleç, D., & Kavlak, O. (2013). Baba-bebek bağlanma ölçeği'nin Türk toplumunda geçerlik ve güvenilirliğinin incelenmesi. *International Journal of Human Sciences*, 10(2), 170-181.

- Gabriel, M. A., Martín, L., Escobar, A. L., Villalba, E. F., Blanco, I. R., & Pol, P. T. (2010). Randomized controlled trial of early skin-to-skin contact: effects on the mother and the newborn. *Acta Paediatrica*, 99(11), 1630–1634. doi:10.1111/j.1651-2227.2009.01597.x
- Hailemeskel, H. S., Kebede, A. B., Fetene, M. T., & Dagnaw, F. T. (2022). Mother-Infant Bonding and Its Associated Factors Among Mothers in the Postpartum Period, Northwest Ethiopia. *Front Psychiatry*, 13(893505). doi:10.3389/fpsyt.2022.893505.
- Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2023). *Bebek Dostu Yenidoğan Yoğun Bakımlar İçin Başarılı Emzirmede Ek Öneriler*. Çocuk ve Ergen Sağlığı Dairesi Başkanlığı. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk-ergen-sagligi-db/Programlar/Bebek_Dostu_Yenidogan_Yogunbakimler_Icin_Basarli_Emzirmede_Ek_Oneriler.pdf
- Handlin, L., Jonas, W., Petersson, M., Ejdebäck, M., Ransjö-Arvidson, A.-B., Nissen, E., & Uvnäs-Moberg, K. (2009). Effects of sucking and skin-to-skin contact on maternal ACTH and cortisol levels during the second day postpartum-influence of epidural analgesia and oxytocin in the perinatal period. *Breastfeeding Medicine : the Official Journal of the Academy of Breastfeeding Medicine*, 4(4), 207–220. doi:10.1089/bfm.2009.0001
- Hartanti, A. T., Salimo, H., & Widyaningsih, V. (2019). Effectiveness of Infant Massage on Strengthening Bonding and Improving Sleep Quality. *Indonesian Journal of Medicine*, 4(2), 165-175.
- İşler, A. (2007). Prematüre Bebeklerde Anne-Bebek İlişkisinin Başlatılmasında Yenidoğan Hemşirelerinin Rolü. *Perinatoloji Dergisi*, 15(1), 1-6.
- İşler, A., & Görak, G. (2007). Prematüre bebeği olan annelerde olumlu anne-bebek ilişkisinin başlatılmasında hemşirelik yaklaşımının önemi. *Çocuk Dergisi*, 7(1), 36-41.
- Jaafar, S. H., Ho, J. J., & Lee, K. S. (2016). Rooming-in for new mother and infant versus separate care for increasing the duration of breastfeeding. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8. doi:https://doi.org/10.1002/14651858.CD006641.pub3
- Köse, D., Çınar, N., & Altınkaynak, S. (2013). Yenidoğanın anne ve baba ile bağlanma süreci. *STED/Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 22(6), 238-244.
- Kınık, E., & Özcan, H. (2020). Maternal Bağlanmayı Etkileyen Faktörler ve Primiparlarda Maternal Bağlanma Durumu. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 47-53.
- Karimi, F. Z., Miri, H. H., Salehian, M., Khadivzadeh, T., & Bakhshi, M. (2019). The Effect of Mother-Infant Skin to Skin Contact after Birth on Third Stage of Labor: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Iranian Journal of Public Health*, 48(4), 612-620.
- Ko, Y.-L., Yang, C.-L., Fang, C.-L., Lee, M.-Y., & Lin, P.-C. (2013). Community-based postpartum exercise program. *Journal of Clinical Nursing*, 22(15-16), 2122–2131. doi:10.1111/jocn.12117

- Koyuncu, S. B., *Postpartum Primipar Annelerde Yoganın Emzirme Yeterlilik ve Maternal Bağlanma Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.
- La Leche League GB. (2024). *What's The Big Deal With Skin-To-Skin?* 2024 tarihinde <https://laleche.org.uk/whats-big-deal-skin-skin/>
- La Leche League International. (2021). *Skin-to-Skin is as Easy as 1-2-3!* <https://lila.org/news/skin-to-skin-is-as-easy-as-1-2-3/>
- Lilliesköld, S., Zwedberg, S., Linnér, A., & Jonas, W. (2022). Parents' Experiences of Immediate Skin-to-Skin Contact After the Birth of Their Very Preterm Neonates. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*, 51(1), 53-64. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jogn.2021.10.002>
- Malis, F. R., Meyer, T., & Gross, M. M. (2017). Effects of an antenatal mindfulness-based childbirth and parenting programme on the postpartum experiences of mothers: a qualitative interview study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 17(1). doi:10.1186/s12884-017-1240-9
- Nacar, E. H., & Gökkaya, F. (2019). Bağlanma ve Maternal Bağlanma Konusunda Bir Derleme. *Cyprus Turkish Journal of Psychiatry & Psychology*, 1(1), 49-55. doi:10.35365/ctjpp.19.1.06
- Shoghi, M., Sohrabi, S., & Rasouli, M. (2018). The Effects of Massage by Mothers on Mother-Infant Attachment. *Altern Ther Health Med.*, 24(3), 34-39.
- Sohrabi, S., Ahmadi, Z., Mosayebi, Z., & Haghani, H. (2014). Effect of Infant Massage by Mothers on Maternal Attachment Behavior in Infants Hospitalized in Neonatal Care Units. *Journal of Hayat*, 20(2), 59-68.
- Teskereci, G., Ünal, A., Özbek, N., & Koçak, B. (2021). Prenatal Bağlanmayı Destekleyici Bakım Uygulamaları. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry*, 13(4), 805-819. doi:10.18863/pgy.883104
- Widström, A.-M., Brimdyr, K., Svensson, K., Cadwell, K., & Nissencorresponding, E. (2019). Skin-to-skin contact the first hour after birth, underlying implications and clinical practice. *Acta Paediatr*, 108(7), 1192-1204. doi:10.1111/apa.14754
- World Health Organization. (2023). *Infant and young child feeding*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding>
- Yılmaz, H. B. , *Bebek Masajı*, Akademisyen Kitabevi, 2019
- Yılmaz, M. S., & Kostak, M. A. (2021). Prematüre Bebeği Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde Yatan Annelerin Postpartum Depresyon ve Maternal Bağlanma Düzeyleri. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 71-79.
- Yılmaz, S. D. (2013). Prenatal Anne - Bebek Bağlanması. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 10(3), 28-33.

ELUCIDATING THE ANTICANCER EFFECTS OF CABAZITAXEL AND QUERCETIN ON HSA-MIR-646 LEVELS AND DNA METHYLTRANSFERASES IN PROSTATE CANCER

Asst. Prof. Ozge AKBULUT-CALISKAN¹, Asst. Prof. Yasemin KARTAL²

¹Baskent University, Faculty of Science and Letters, Department of Molecular Biology and Genetics, Ankara, TÜRKİYE ozgeakbulutcaliskan@gmail.com ORCID: 0000-0002-3647-1969

²Kırklareli University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Kırklareli, TÜRKİYE, yagmuryaseminkartal@gmail.com ORCID: 0000-0003-0112-2969

ABSTRACT

Prostate cancer is one of the most commonly diagnosed cancer and second leading cause of cancer-related death in men, emphasizing the need for effective treatments. Epigenetic alterations, such as DNA methylation, can disrupt gene expression by silencing tumor suppressor genes or activating oncogenes, making them potential targets in prostate cancer. MicroRNAs (miRNAs), single-stranded non-coding RNAs, play important post-transcriptional roles in various cancers, including prostate cancer, and can act as either oncogenes or tumor suppressors based on their effects on target gene expression. Hereby, we investigated the anticancer molecular mechanisms of Cabazitaxel and Quercetin on the aggressive prostate cancer cell line PC3, focusing their effects on DNA methylation and miRNA modulation. PC3 cells exhibited an IC₅₀ value of 0.112 μM for Cabazitaxel and 37.6 μM for Quercetin. Importantly, individual treatment with these drugs for 72 hours significantly downregulated DNA methyltransferase genes (DNMT3A and DNMT1), indicating their cytotoxicity arises from changes in methylation patterns. Furthermore, we demonstrated that hsa-miR-646, a tumor suppressive miRNA identified in colorectal cancer, was also significantly upregulated by Cabazitaxel and Quercetin at their respective IC₅₀ concentration for 72 hours, highlighting a potentially similar role in prostate cancer. Collectively, these preliminary findings may suggest significant effects on has-miR-646 and DNA methylation patterns induced by Cabazitaxel and Quercetin in prostate cancer. Further methylome and proteomic analysis are required to clarify the exact relationship between these markers and their therapeutic potentials for prostate cancer.

Keywords: Prostate cancer, cabazitaxel, quercetin, hsa-miR-646, DNA methyltransferases

1. INTRODUCTION

Prostate cancer is one of the most commonly diagnosed cancer and a major factor in rising mortality rates among males worldwide (Siegel et al., 2024). Patients diagnosed with prostate cancer may have either localized or advanced stages of the disease, which alters the treatment applications. Metastatic castration-resistant prostate cancer (mCRPC) is an aggressive state of disease showing a high mortality rate over 50%, and associated with a median survival of approximately 3 years (Tangen et al., 2012). Cabazitaxel is a next-generation taxane which was approved for the treatment of mCRPC patients who previously received a docetaxel-based

regimen (de Bono et al., 2010). It has a different safety profile than docetaxel and has been used for these patients since 2010 (Eisenberger et al., 2017).

Epigenetic regulations play significant roles in cancer formation and tumor progression. Recent research show that epigenetic landscape of mCRPC is significantly altered compared to naïve prostate cancer (Conteduca et al., 2021). Aberrant DNA hypermethylation, one of the epigenetic mechanisms, has been found to associate with silencing of tumor suppressor genes in carcinogenesis, including prostate cancer (Shin et al., 2023). DNA methyltransferases (DNMTs) are writers of 5-methylcytosine (5mC) on DNA, altering the methylation patterns in on DNA. Kobayashi et al., have previously reported that *DNMT3B1* and *DNMT3B2* transient overexpression in primary prostate cells causes significant increase in some of the CpG islands which demonstrates methylation in tumors, and also shown an increase in the expression of *DNMT3A2*, *DNMT3B* in tumors (Kobayashi et al., 2011). Similarly, a recent study showed that *DNMT1* expression levels were significantly elevated in PC3 cells, as an aggressive castration-resistant prostate cancer model, compared to normal prostate stromal cell line, WPMY-1. (Li et al., 2022). This highlights the importance of characterizing changes in methylation patterns and DNMT levels that may be associated with tumor progression.

MicroRNAs (miRNAs) are small endogenous noncoding RNAs (18-25 nt), playing significant roles in promoting (oncogenic) or suppressing (tumor-suppressive) tumor development and progression (Calin & Croce, 2006). Several miRNAs have been associated with prostate cancer pathogenesis in regulation with cell cycle, apoptosis, epithelial-mesenchymal transition (EMT) or metastasis (Vanacore et al., 2017).

In this study, we aimed to investigate the detailed molecular mechanisms of cabazitaxel and quercetin, a plant flavonol shown anticancer effects on prostate cancer (Pratheeshkumar et al., 2012), on the aggressive prostate cancer cell line PC3, focusing on their effects on DNA methylation and miRNA modulation. We demonstrated that cabazitaxel and quercetin showed cytotoxicity to PC3 cells where individual treatment with these drugs significantly downregulated DNA methyltransferase genes, DNMT3A and DNMT1, indicating their cytotoxicity arises from changes in methylation patterns. Importantly, hsa-miR-646, a tumor suppressive miRNA previously identified in colorectal cancer (CRC), was also significantly upregulated by cabazitaxel and quercetin, highlighting a potentially similar role in prostate cancer.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Cell Culture and Reagents

Human male prostate cancer cell line, PC3 were purchased from ATCC (Manassas, VA, USA) and cultured in RPMI-1640 (Biowest, Nuaille, France) medium, supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS, Lonza), 1% non-essential amino acid (Gibco), 2 mM L-glutamine (Sigma Aldrich, MO, USA) and 50 U/ml penicillin/streptomycin (P/S). Culture conditions were maintained with 5% CO₂ levels at 37°C. The cells were routinely checked for mycoplasma contamination using MycoAlert mycoplasma detection kit (Lonza, NJ, USA). The total number of passages of cells used during experiments was under 20.

2.2. Inhibitor Treatments and Cell Viability Assays

Quercetin (Sigma Aldrich) were dissolved in 5% EtOH and Cabazitaxel (Sanofi) were dissolved in 100% DMSO to yield stock concentrations of 10 mM. Cell viability cells were conducted with PC3 cells. 4×10^3 cells/well were seeded into 96-well plates in 80 μ l media and incubated for 24 hours. Next day, drug treatments were performed at different concentrations ranging from 1-250 μ M for Quercetin and 0.1-50 μ M for Cabazitaxel in 40 μ l media. Cell viability was measured 72 hours after the drug treatments with Sulforhodamine B (SRB; Sigma) as described previously with minor modifications (Vichai & Kirtikara, 2006). Viable cells' protein contents were quantified by measuring absorbance at 554 nm with a SpectraMax® M5 microplate reader (Molecular Devices LLC, San Jose, CA, USA).

For quantitative RT-PCR analysis, cells (2×10^5 cells/well) were seeded into 6-well plates as three replicates. Next day, they were treated with IC50 values of Quercetin or and incubated for 72 hours.

2.3. Quantitative RT-PCR (qRT-PCR) analysis

To assess miRNA and mRNA levels in control vs drug-treated cells, total RNA was isolated from drug treated cells as described in **Section 2.2** using RiboEX RNA Extraction Kit (GeneAll Biotechnology, Korea) according to the manufacturer's protocol. Total RNA was then converted into complementary DNA (cDNA) using cDNA Synthesis Kit (Atlas Biotechnologies, Türkiye). The reaction parameters were set to the following conditions as 10 minutes at 25°C, 120 minutes at 37°C, 5 minutes at 85°C, and a final hold at 4°C. Nanodrop was used for quality control of isolated RNA molecules at 260/280 nm.

QRT-PCR was performed after cDNA synthesis using reaction mixtures including 2X qPCR SYBR-Green Master Mix (Atlas Biotechnologies, Türkiye), nuclease-free water, specific primers, and template cDNA, following the manufacturer's instructions. List of primers with their sequences used in qRT-PCR were given in **Table 1**. Amplification of primers was conducted on the ViiA™ 7 Real-Time PCR System (Applied Biosystems®, USA). U6 small nuclear RNA (U6 snRNA) was used as the reference gene for normalizing miRNA expression, while glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) was used as the housekeeping gene for normalization of mRNA expression. $2^{-\Delta\Delta C_t}$ method was performed for the analyses of the data (Livak & Schmittgen, 2001).

Table 1. List of primer sequences used in qRT-PCR

RNA	Gene	Primers	Sequences (5' > 3')
mRNA	<i>DNMT1</i>	Forward Reverse	GTTCTTCCTCCTGGAGAATGTCA GGGCCACGCCGTA CTG
	<i>DNMT3A</i>	Forward Reverse	CCTGTGGGAGCCTCAATGTTA TTCTTGCAGTTTTGGCACATTC
	<i>GAPDH</i>	Forward Reverse	ATGTTCCAATATGATTCCACCC ATGAGTCCTTCCACGATA CC
miRNA	<i>hsa-miR-646</i>	Forward	GAAAGAAGGCGAGGAGCAGATCGA GGAAGAAGACGGAAGAATGTGCGT CTCGCCTTCTTTCGCCTCAGA
	<i>U6 snRNA</i>	Forward Universal Reverse	GCTTCGGCAGCACATATACTAAAAT CGAGGAAGAAGACGGAAGAAT

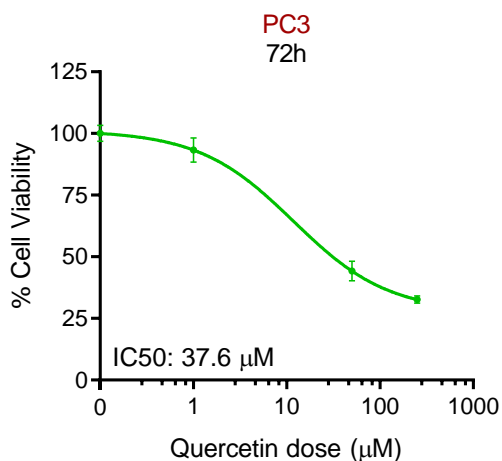
2.4. Statistical analyses

Graphical data were analyzed and prepared using GraphPad Prism (GraphPad Software, Inc) and expressed as mean \pm standard deviation from three different replicates unless otherwise indicated. Statistical significance between two groups were assessed by two-tailed Student's t-test and significance levels were defined as *: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$; ***: $p \leq 0.001$.

3. RESULTS

To demonstrate the therapeutic potential of Quercetin and Cabazitaxel on the aggressive profile of prostate cancer, we first determined their respective cytotoxicity on an aggressive prostate cancer cell line, PC3. Quercetin showed an IC₅₀ value of 37.6 μ M while Cabazitaxel inhibited the cell viability %50 at 0.112 μ M, indicating that Cabazitaxel is more potently active than Quercetin in this cell line (**Figure 1**).

A.



B.

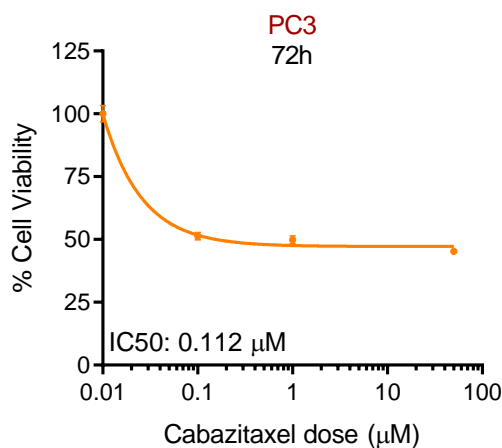


Figure 1. Cell viability data of PC3 cells upon drug treatment. Cells were treated at different doses for 72 h with Quercetin (**A**) or Cabazitaxel (**B**) and cell viability was assessed by SRB assay. % cell viability was calculated according to the non-treated cells (control).

Having a cytotoxicity activity for both drugs, we next tested their molecular mechanism of action in detail. To this end, we identified an miRNA, has-miR-646 (miR-646), a tumor

suppressive miRNA identified in CRC (Dai et al., 2017), significantly upregulated upon drug treatment compared to untreated cells, highlighting a potentially similar role in prostate cancer. (**Figure 2**).

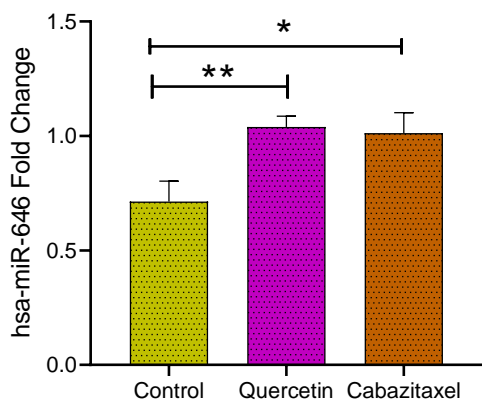


Figure 2. qRT-PCR showing hsa-miR-646 expression levels in drug treated cells. Cells were treated with drugs at their respective IC₅₀ values for 72 h and miRNA levels were determined. U6 snRNA was used as internal control for normalization. *: p<0.05: **: p<0.01.

Abnormal DNA methylation has been shown in different cancer and non-malignant diseases where hypermethylation of specific genes contribute to cancer formation and tumor progression (Ehrlich, 2019). Hypermethylation patterns of specific genes were also identified in prostate cancer (Shin et al., 2023) where DNA methyltransferases performs the methylation. Therefore, to test whether a similar situation is related with the mechanism of action of these two drugs, we checked some of the DNA methyltransferases mRNA expressions upon drug treatment. Importantly, individual treatment with these drugs for 72 hours significantly downregulated DNA methyltransferase genes (DNMT1 and DNMT3A), indicating their cytotoxicity arises from changes in methylation patterns (**Figure 3**).

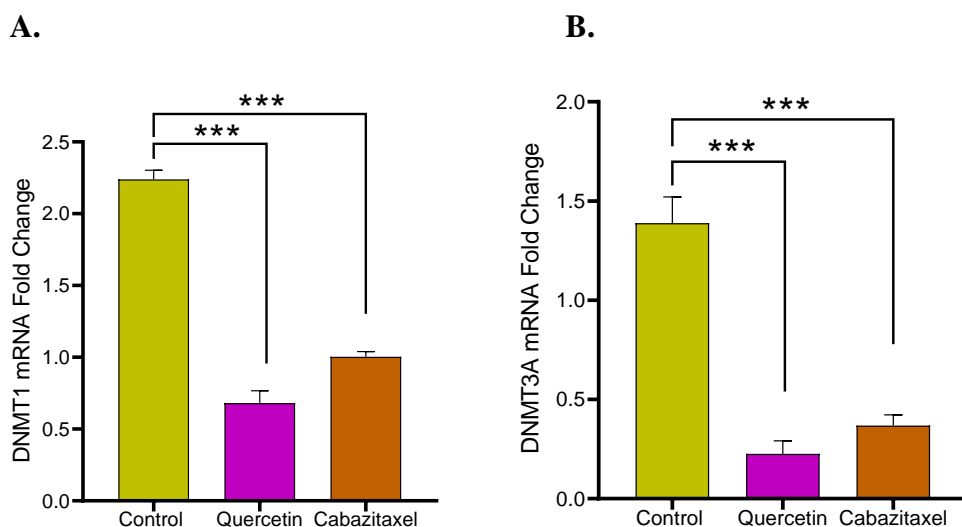


Figure 3. qRT-PCR showing DNMT1 (**A**) and DNMT3A (**B**) mRNA expression levels in drug treated cells. Cells were treated with drugs at their respective IC₅₀ values for 72 h and mRNA levels were determined. GAPDH was used as internal control for normalization. ***: p<0.001.

Collectively, these preliminary findings may suggest significant effects on miR-646 and DNA methylation patterns induced by cabazitaxel and quercetin in prostate cancer.

4. DISCUSSION

Prostate cancer is one of the most commonly diagnosed cancer with high mortality rates according to the Globacan 2022 statistics (Bray et al., 2024). A small but an aggressive subset of prostate cancer patients shows mCRPC, which exhibits poor long-term prognosis and relatively short overall survival rates. Cabazitaxel, as a third generation taxane, has been approved for the treatment of docetaxel-refractory mCRPC patients and (Sternberg et al., 2021). In our study, we showed that an aggressive castration resistant prostate cancer cell line model, PC3, responded to cabazitaxel at very low doses (IC_{50} : 0.112 μ M) confirming the potency of cabazitaxel in this disease profile.

Epigenetic regulations like DNA methylations through DNMTs have been widely reported as associated with prostate cancer progression (Li et al., 2022; Zhao et al., 2020). In this line, we demonstrated that individual treatment with cabazitaxel and quercetin significantly downregulated *DNMT3A* and *DNMT1* levels, indicating their cytotoxicity arises from changes in methylation patterns. A non-nucleoside DNMT inhibitor, hydralazine decreased DNMT1, DNMT3A and DNMT3B mRNA and DNMT1 protein levels, causing significant growth inhibition, decreased invasiveness and increased apoptotic rate in DU145 prostate cancer cells (Graca et al., 2014). DNMT1 has been previously reported as having tumor suppressor role in early stage prostate cancer while showing oncogenic activity in advanced aggressive prostate cancers (Kinney et al., 2010). Moreover, DNA methylation of specific genes related with apoptosis and cell cycle contributed to cabazitaxel resistance (Ramachandran et al., 2016). This is in line with the data we obtained, which PC3 as advanced castration resistant model, responded to cabazitaxel at nM scale and showed a significant decrease in *DNMT1* upon drug treatment. We also observed similar responses in quercetin treated cells, indicating a similar mechanism of action. As Sharma et al., reported that quercetin significantly reduced DNMT1 activity by 33% at 72 h in PC3 cells while by 40% in DU145 cells, which is in line with our data (Sharma et al., 2016).

Notably, we also demonstrated that miR-646 levels in PC3 cells were also significantly elevated upon cabazitaxel and quercetin treatment at their respective IC_{50} concentration for 72 hours. MiR-646 was identified as tumor suppressor miRNA in CRC, which inhibited CRC progression (Dai et al., 2017). Our results may suggest a similar role in prostate cancer, considering the increased levels upon drug treatment. MiR-646 has been also shown to be downregulated in gastric cancer tissues where its low expression levels are related with malignant progression (Zhang et al., 2017). Moreover, Darvishi et al., showed that miR-646 was downregulated in breast cancer cells, confirming that its tumor suppressive role is also valid in breast cancer. They also reported that histone deacetylase 2 (HDAC2), acting as an oncogenic epigenetic regulator in breast cancer, was a direct target of miR-646 (Darvishi et al., 2020). This data and many others may suggest a link between miR-646 and epigenetic regulators, which requires further research to investigate in detail.

Overall, our preliminary findings may suggest significant effects on miR-646 and DNA methylation patterns induced by cabazitaxel and quercetin in prostate cancer. However, further methylome and proteomic analysis are required to clarify the exact relationship between these markers and their therapeutic potentials for prostate cancer.

DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflicts of interest were disclosed by any of the authors.

REFERENCES

Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024, May-Jun). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 74(3), 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>

Calin, G. A., & Croce, C. M. (2006, Nov). MicroRNA signatures in human cancers. *Nat Rev Cancer*, 6(11), 857-866. <https://doi.org/10.1038/nrc1997>

Conteduca, V., Hess, J., Yamada, Y., Ku, S. Y., & Beltran, H. (2021, Jul). Epigenetics in prostate cancer: clinical implications. *Transl Androl Urol*, 10(7), 3104-3116. <https://doi.org/10.21037/tau-20-1339>

Dai, H., Hou, K., Cai, Z., Zhou, Q., & Zhu, S. (2017, Dec). Low-level miR-646 in colorectal cancer inhibits cell proliferation and migration by targeting NOB1 expression. *Oncol Lett*, 14(6), 6708-6714. <https://doi.org/10.3892/ol.2017.7032>

Darvishi, N., Rahimi, K., Mansouri, K., Fathi, F., Menbari, M. N., Mohammadi, G., & Abdi, M. (2020, Oct). MiR-646 prevents proliferation and progression of human breast cancer cell lines by suppressing HDAC2 expression. *Mol Cell Probes*, 53, 101649. <https://doi.org/10.1016/j.mcp.2020.101649>

de Bono, J. S., Oudard, S., Ozguroglu, M., Hansen, S., Machiels, J. P., Kocak, I., Gravis, G., Bodrogi, I., Mackenzie, M. J., Shen, L., Roessner, M., Gupta, S., Sartor, A. O., & Investigators, T. (2010, Oct 2). Prednisone plus cabazitaxel or mitoxantrone for metastatic castration-resistant prostate cancer progressing after docetaxel treatment: a randomised open-label trial. *Lancet*, 376(9747), 1147-1154. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61389-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61389-X)

Ehrlich, M. (2019, Dec). DNA hypermethylation in disease: mechanisms and clinical relevance. *Epigenetics*, 14(12), 1141-1163. <https://doi.org/10.1080/15592294.2019.1638701>

Eisenberger, M., Hardy-Bessard, A. C., Kim, C. S., Geczi, L., Ford, D., Mourey, L., Carles, J., Parente, P., Font, A., Kacso, G., Chadja, M., Zhang, W., Bernard, J., & de Bono, J. (2017, Oct 1). Phase III Study Comparing a Reduced Dose of Cabazitaxel (20 mg/m²) and the Currently Approved Dose (25 mg/m²) in Postdocetaxel Patients With Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer-PROSELICA. *J Clin Oncol*, 35(28), 3198-3206. <https://doi.org/10.1200/JCO.2016.72.1076>

Graca, I., Sousa, E. J., Costa-Pinheiro, P., Vieira, F. Q., Torres-Ferreira, J., Martins, M. G., Henrique, R., & Jeronimo, C. (2014, Aug 15). Anti-neoplastic properties of hydralazine in prostate cancer. *Oncotarget*, 5(15), 5950-5964. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.1909>

- Kinney, S. R., Moser, M. T., Pascual, M., Grealley, J. M., Foster, B. A., & Karpf, A. R. (2010, Sep). Opposing roles of Dnmt1 in early- and late-stage murine prostate cancer. *Mol Cell Biol*, 30(17), 4159-4174. <https://doi.org/10.1128/MCB.00235-10>
- Kobayashi, Y., Absher, D. M., Gulzar, Z. G., Young, S. R., McKenney, J. K., Peehl, D. M., Brooks, J. D., Myers, R. M., & Sherlock, G. (2011, Jul). DNA methylation profiling reveals novel biomarkers and important roles for DNA methyltransferases in prostate cancer. *Genome Res*, 21(7), 1017-1027. <https://doi.org/10.1101/gr.119487.110>
- Li, Z., Li, B., Yu, H., Wang, P., Wang, W., Hou, P., Li, M., Chu, S., Zheng, J., Mao, L., & Bai, J. (2022, Aug). DNMT1-mediated epigenetic silencing of TRAF6 promotes prostate cancer tumorigenesis and metastasis by enhancing EZH2 stability. *Oncogene*, 41(33), 3991-4002. <https://doi.org/10.1038/s41388-022-02404-9>
- Livak, K. J., & Schmittgen, T. D. (2001, Dec). Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method. *Methods*, 25(4), 402-408. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>
- Pratheeshkumar, P., Budhraja, A., Son, Y. O., Wang, X., Zhang, Z., Ding, S., Wang, L., Hitron, A., Lee, J. C., Xu, M., Chen, G., Luo, J., & Shi, X. (2012). Quercetin inhibits angiogenesis mediated human prostate tumor growth by targeting VEGFR-2 regulated AKT/mTOR/P70S6K signaling pathways. *PLoS One*, 7(10), e47516. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047516>
- Ramachandran, K., Speer, C., Nathanson, L., Claros, M., & Singal, R. (2016, Jan). Role of DNA Methylation in Cabazitaxel Resistance in Prostate Cancer. *Anticancer Res*, 36(1), 161-168. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26722040>
- Sharma, V., Kumar, L., Mohanty, S. K., Maikhuri, J. P., Rajender, S., & Gupta, G. (2016, Aug 15). Sensitization of androgen refractory prostate cancer cells to anti-androgens through re-expression of epigenetically repressed androgen receptor - Synergistic action of quercetin and curcumin. *Mol Cell Endocrinol*, 431, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2016.04.024>
- Shin, H. J., Hua, J. T., & Li, H. (2023). Recent advances in understanding DNA methylation of prostate cancer. *Front Oncol*, 13, 1182727. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1182727>
- Siegel, R. L., Giaquinto, A. N., & Jemal, A. (2024, Jan-Feb). Cancer statistics, 2024. *CA Cancer J Clin*, 74(1), 12-49. <https://doi.org/10.3322/caac.21820>
- Sternberg, C. N., Castellano, D., de Bono, J., Fizazi, K., Tombal, B., Wulfing, C., Kramer, G., Eymard, J. C., Bamias, A., Carles, J., Iacovelli, R., Melichar, B., Sverrisdottir, A., Theodore, C., Feyerabend, S., Helissey, C., Poole, E. M., Ozatilgan, A., Geffriaud-Ricouard, C., & de Wit, R. (2021, Oct). Efficacy and Safety of Cabazitaxel Versus Abiraterone or Enzalutamide in Older Patients with Metastatic Castration-resistant Prostate Cancer in the CARD Study. *Eur Urol*, 80(4), 497-506. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2021.06.021>
- Tangen, C. M., Hussain, M. H., Higano, C. S., Eisenberger, M. A., Small, E. J., Wilding, G., Donnelly, B. J., Schelhammer, P. F., Crawford, E. D., Vogelzang, N. J., Powell, I. J., & Thompson, I. M., Jr. (2012, Oct). Improved overall survival trends of men with newly diagnosed M1 prostate cancer: a SWOG phase III trial experience (S8494, S8894 and S9346). *J Urol*, 188(4), 1164-1169. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.06.046>
- Vanacore, D., Boccellino, M., Rossetti, S., Cavaliere, C., D'Aniello, C., Di Franco, R., Romano, F. J., Montanari, M., La Mantia, E., Piscitelli, R., Nocerino, F., Cappuccio, F., Grimaldi, G.,

Izzo, A., Castaldo, L., Pepe, M. F., Malzone, M. G., Iovane, G., Ametrano, G., Stiuso, P., Quagliuolo, L., Barberio, D., Perdona, S., Muto, P., Montella, M., Maiolino, P., Veneziani, B. M., Botti, G., Caraglia, M., & Facchini, G. (2017, Jul 25). Micrnas in prostate cancer: an overview. *Oncotarget*, 8(30), 50240-50251. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.16933>

Vichai, V., & Kirtikara, K. (2006). Sulforhodamine B colorimetric assay for cytotoxicity screening. *Nat Protoc*, 1(3), 1112-1116. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.179>

Zhang, P., Tang, W. M., Zhang, H., Li, Y. Q., Peng, Y., Wang, J., Liu, G. N., Huang, X. T., Zhao, J. J., Li, G., Li, A. M., Bai, Y., Chen, Y., Ren, Y. X., Li, G. X., Wang, Y. D., Liu, S. D., & Wang, J. D. (2017, Aug 8). MiR-646 inhibited cell proliferation and EMT-induced metastasis by targeting FOXK1 in gastric cancer. *Br J Cancer*, 117(4), 525-534. <https://doi.org/10.1038/bjc.2017.181>

Zhao, S. G., Chen, W. S., Li, H., Foye, A., Zhang, M., Sjostrom, M., Aggarwal, R., Playdle, D., Liao, A., Alumkal, J. J., Das, R., Chou, J., Hua, J. T., Barnard, T. J., Bailey, A. M., Chow, E. D., Perry, M. D., Dang, H. X., Yang, R., Moussavi-Baygi, R., Zhang, L., Alshalalfa, M., Laura Chang, S., Houlahan, K. E., Shiah, Y. J., Beer, T. M., Thomas, G., Chi, K. N., Gleave, M., Zoubeydi, A., Reiter, R. E., Rettig, M. B., Witte, O., Yvonne Kim, M., Fong, L., Spratt, D. E., Morgan, T. M., Bose, R., Huang, F. W., Li, H., Chesner, L., Shenoy, T., Goodarzi, H., Asangani, I. A., Sandhu, S., Lang, J. M., Mahajan, N. P., Lara, P. N., Evans, C. P., Febbo, P., Batzoglou, S., Knudsen, K. E., He, H. H., Huang, J., Zwart, W., Costello, J. F., Luo, J., Tomlins, S. A., Wyatt, A. W., Dehm, S. M., Ashworth, A., Gilbert, L. A., Boutros, P. C., Farh, K., Chinnaiyan, A. M., Maher, C. A., Small, E. J., Quigley, D. A., & Feng, F. Y. (2020, Aug). The DNA methylation landscape of advanced prostate cancer. *Nat Genet*, 52(8), 778-789. <https://doi.org/10.1038/s41588-020-0648-8>

PRANIC HEALING BASED ON ROGERS' THEORY: PAIN REDUCTION IN PEDIATRIC VENIPUNCTURE

Dr. Pouran Varvani Farahani ^{1*}, Professor Dr. Candan ÖZTÜRK ²

PhD student in Nursing, Instructor, Department of Nursing, Faculty of Health Science, Cyprus
International University, Nicosia, TRNC **Corresponding**

Address: Cyprus International University, PK: 99138, Nicosia, TRNC Mersin 10, Türkiye, Tel: +90
392 671 1111 EXT.2295

Email: pfarahani@ciu.edu.tr ORCID: 0000-0003-3053-8728

²Ph.D. in Nursing, Professor, Near East University, Faculty of Nursing, Lefkoşa, Mersin 10, Türkiye

Address: Near East University, PK: 99138, Nicosia, TRNC Mersin 10, Türkiye

Email: candan.ozturk@neu.edu.tr ORCID: 0000-0002-0909-5013

Abstract

Background: Venipuncture is a commonly performed but distressing procedure for children, often leading to significant pain and anxiety. Managing this pain is critical to preventing both immediate and long-term physical and psychological harm. This study aimed to evaluate the effect of Pranic Healing, based on Rogers' Therapeutic Touch Nursing Theory, on the pain associated with venipuncture in children aged 6 to 12 years.

Methods: This double-blind, randomized clinical trial was conducted on a cohort of 46 school-aged children, selected via convenience sampling, at a hospital in Northern Cyprus. Participants were randomly allocated into either the experimental group (n=23) or the control group (n=23). The experimental group received Pranic Healing, an energy-based therapeutic intervention grounded in Rogers' Therapeutic Touch Nursing Theory.

The Pranic Healing protocol was administered for 5 minutes before, during, and after venipuncture, while the control group received standard care without additional therapeutic interventions. Pain levels were assessed using the Wong-Baker Facial Pain Scale were measured at three specific time points: Time 1 (immediately after needle insertion), Time 2 (two minutes after needle removal), and Time 3 (five minutes after needle removal).

Data analysis was performed using SPSS version 25.0, employing independent t-tests, chi-square tests, and repeated measures ANOVA to assess differences between groups, with a significance level set at $P < 0.05$.

Results: The study revealed a significant reduction in pain scores ($P < 0.001$) in the intervention group compared to the control group. These findings suggest that Pranic Healing is effective in reducing pain during venipuncture in children.

Conclusion: Pranic Healing, based on Rogers' Therapeutic Touch Nursing Theory, may serve as an effective, non-invasive method for managing pain during painful medical procedures like venipuncture in children

Key words: Therapeutic Touch, Nursing Theory, Pain Management

HYDROXYCHLOROQUINE IN COVID -19 DISEASES: WHAT POINTS OF CONTROVERSY? A MINI-REVIEW

SAADI Fatima-Zahra ^{(1) (2) (3)}; **Abdaoui Abderrahmane** ⁽¹⁾⁽⁴⁾

- ⁽¹⁾ Pharmacy department, faculty of medicine. Ahmed Ben Bella University 1. Oran; Algeria
- ⁽²⁾ Department of Toxicology, University Hospital 1st November 1954, Oran 31000, Algeria.
- ⁽³⁾ Environmental health research laboratory, faculty of medicine. Ahmed Ben Bella University 1. Oran
Algeria
- ⁽⁴⁾ Department of Toxicology , Oran Regional Military Hospital

Abstract

Hydroxychloroquine (HCQ) is an analogue of chloroquine, with fewer side effects. This antimalarial was proposed in the early phase of the COVID -19 pandemic as a potential treatment. HCQ is an old drug used for several chronic diseases such as systemic lupus replication in a concentration-dependent manner. It has been confirmed that HCQ effectively inhibits the entry step and the post-entry stages of SARS-CoV-2. It also suggested that HCQ blocked the transport of SARS-CoV-2 from endosomes to endolysosomes, which is essential to release the viral genome as in the case of SARS-CoV-2. But its prescription in COVID -19 disease garnered exceptional interest. For that, many studies were carried all over the world to assess its efficiency compared to standard care. The current paper is a quick view of the main discussion corners about HCQ in COVID -19 diseases.

Results of in vitro researches stimulate retrospective and observational studies. Findings concerning the efficiency were inconsistent between these studies, which require clinical trials. A lot of randomized controlled trials were conducted then, but conclusions were the opposite. The optimal dose regimens and the need for HCQ monitoring also constitute a point of discord between these studies.

Keyword: Hydroxychloroquine; COVID-19, efficiency; in vitro study; retrospective study, clinical trials.

ASSESSMENT OF ANTIMONY CONCENTRATIONS IN BOTTLED WATER SOLD IN THE TLEMCCEN REGION

ABOUREJAL Nesrine

University ABOU BEKR BELKAID, Tlemcen ALGERIA
nesrine.abouejal@univ-tlemcen.dz ORCID ID 0000-0003-4100-2865

BENAMARA Salim

University ABOU BEKR BELKAID, Tlemcen ALGERIA
salim.benamara@univ-tlemcen.dz

KRID Meriem

University hospital center , Tlemcen Algeria
Mery_krid@yahoo.com

BENDAHOU Rekia

University ABOU BEKR BELKAID, Tlemcen ALGERIA
rekia.bendahou@univ-tlemcen.dz

BEIBACHIR Samar

University ABOU BEKR BELKAID, Tlemcen ALGERIA
samar.belbachir@univ-tlemcen.dz

ABSTRACT

The consumption of bottled water has increased significantly in recent times. Polyethylene terephthalate (PET) is the material used in the packaging of these waters. However, many studies have linked PET to antimony. The objective of our study was to evaluate the influence of time storage and temperature on the migration of antimony from PET to water. This is a cross-sectional study for analytical purposes conducted on six brands of bottled water sold on the Algerian market. After immediate analysis, the samples were stored under different conditions of time (10 and 30 days) and temperatures (2°C, 25°C, 40°C). The analysis was carried out by polarography. The results revealed that the average level of antimony increased from 0.5µg/L before storage to 1.49 µg/L after storage at 40°C for one month for the 1.5L bottles and from 0.7µg/L to 2.34µg/L for 0.5L bottles. Sb levels were higher in the 0.5L bottles than in the 1.5L bottles without exceeding the recommended limits. A significant positive correlation between Sb level and time and temperature was noted. The values of the chronic daily intake (EDI) were well within the norms, which means that its consumption does not present any risk to human health.

Keywords: PET, antimony, bottled water, migration, storage condition, EDI.

KURKUMİN VE OBEZİTE

Dr. Öğretim Üyesi Yahya ALTINKAYNAK¹, Dr. Öğretim Üyesi Buket AKCAN ALTINKAYNAK²

1 Ardahan Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Ardahan, TÜRKİYE

yahyaaltinkaynak@ardahan.edu.tr, 5555216590, ORCID ID: 0000-0003-2060-4576

2 Ardahan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ardahan, TÜRKİYE

buketakcan@ardahan.edu.tr, 5065818336, ORCID ID: 000000-0002-4516-6528

Dünya Sağlık Örgütü obeziteyi sağlık için risk teşkil eden, anormal ya da fazla yağ birikimi olarak tanımlamaktadır. Buna göre vücut kütle indeksi (BMI) 25-29,9 kg/m² olan kişiler fazla kilolu, BMI \geq 30 kg/m² olan kişiler obez olarak kabul edilmektedir.

Obezite kronik inflamatuvar bir hastalık olup adipositlerin sayıca ve kütlece artışı ile karakterizedir. Kişilerin yaşam kalitesini fizyolojik, psikolojik ve ekonomik gibi çeşitli yönlerden etkileyen obezite 21. yüzyılın primer sağlık yükü olarak kabul görmektedir. Obezite; diğer metabolik hastalıklar olan insülin rezistansı ve Tip 2 Diabetes Mellitus (Tip 2 DM), hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar, dislipidemi, nonalkolik yağlı karaciğer hastalığı ve kanser ile ilişkilidir.

Kurkumin; *Curcuma longa* köklerinin bir parçası ve zerdeçal baharatının ana bioaktif bileşiği olan doğal bir polifenik bileşiktir. Kurkuminin anti-kanser, anti-obezite, antiinflamatuvar, antioksidan ve lipid düşürücü etkilerinin yanısıra termogenik özelliği de bulunmaktadır. Kurkumin ve kurkuminoidlerin obezitede yararlı ve antiinflamatuvar etkileri çok çeşitli moleküler hedeflerin düzenlenmesi yoluyla oluşur.

Adipoz doku makrofajlarında ve çeşitli diğer hücre ve dokularda, kurkumin, inflamatuvar transkripsiyon faktörlerini down regüle eder. Aynı zamanda inflamatuvar sitokinlerin salgılanmasını da inhibe eder.

Yapılan çalışmalara göre kurkuminin preadipositlerin farklılaşmasını baskılayarak adiposit sayısını ve lipid birikimini de azalttığı gösterilmiştir.

Kurkumin direkt olarak adipoz doku ile etkileşerek inflamasyonu ve preadiposit farklılaşmasını baskılar. Kronik düşük dereceli inflamatuvar bir hastalık olan obezitede kurkumin beyaz adipoz dokuyu etkileyerek inflamatuvar süreçleri yavaşlatmakta ve hücrel antioksidan savunmayı kuvvetlendirmektedir.

Anahtar kelimeler: Obezite, kronik inflamasyon, kurkumin, turmerik, TNF-alfa

CURCUMIN AND OBESITY

The World Health Organization defines obesity as abnormal or excess fat accumulation that poses a risk to health. Accordingly, people with a body mass index (BMI) of 25-29.9 kg/m² are considered overweight, and people with a BMI \geq 30 kg/m² are considered obese.

Obesity is a chronic inflammatory disease and is characterized by an increase in the number and mass of adipocytes. Obesity, which affects people's quality of life in various aspects such as physiological, psychological and economic, is accepted as the primary health burden of the 21st century. Obesity is associated with other metabolic diseases such as insulin resistance and Type 2 Diabetes Mellitus (Type 2 DM), hypertension and cardiovascular diseases, dyslipidemia, nonalcoholic fatty liver disease and cancer.

Curcumin is a natural polyphenolic compound that is part of the roots of *Curcuma longa* and the main bioactive compound of the spice turmeric. In addition to its anti-cancer, anti-obesity, anti-inflammatory, antioxidant and lipid-lowering effects, curcumin also has thermogenic properties. The beneficial and anti-inflammatory effects of curcumin and curcuminoids in obesity occur through the regulation of a wide variety of molecular targets.

In adipose tissue macrophages and various other cells and tissues, curcumin downregulates inflammatory transcription factors. It also inhibits the secretion of inflammatory cytokines.

According to studies, it has been shown that curcumin reduces the number of adipocytes and lipid accumulation by suppressing the differentiation of preadipocytes.

Curcumin suppresses inflammation and preadipocyte differentiation by directly interacting with adipose tissue. In obesity, which is a chronic low-grade inflammatory disease, curcumin slows down inflammatory processes by affecting white adipose tissue and strengthens cellular antioxidant defense.

Key words: Obesity, chronic inflammation, curcumin, turmeric, TNF-alpha

1. GİRİŞ

Obezite; prevalansı son birkaç dekatta hızlıca artış gösteren bir halk sağlığı problemi olarak kabul görmektedir (Moetlediwa *et al.*, 2023). Dünya Sağlık Örgütü obeziteyi sağlık için risk teşkil eden, anormal ya da fazla yağ birikimi olarak tanımlamaktadır. Buna göre vücut kütle indeksi (BMI) 25-29,9 kg/m² olan kişiler fazla kilolu, BMI \geq 30 kg/m² olan kişiler obez olarak kabul edilmektedir.

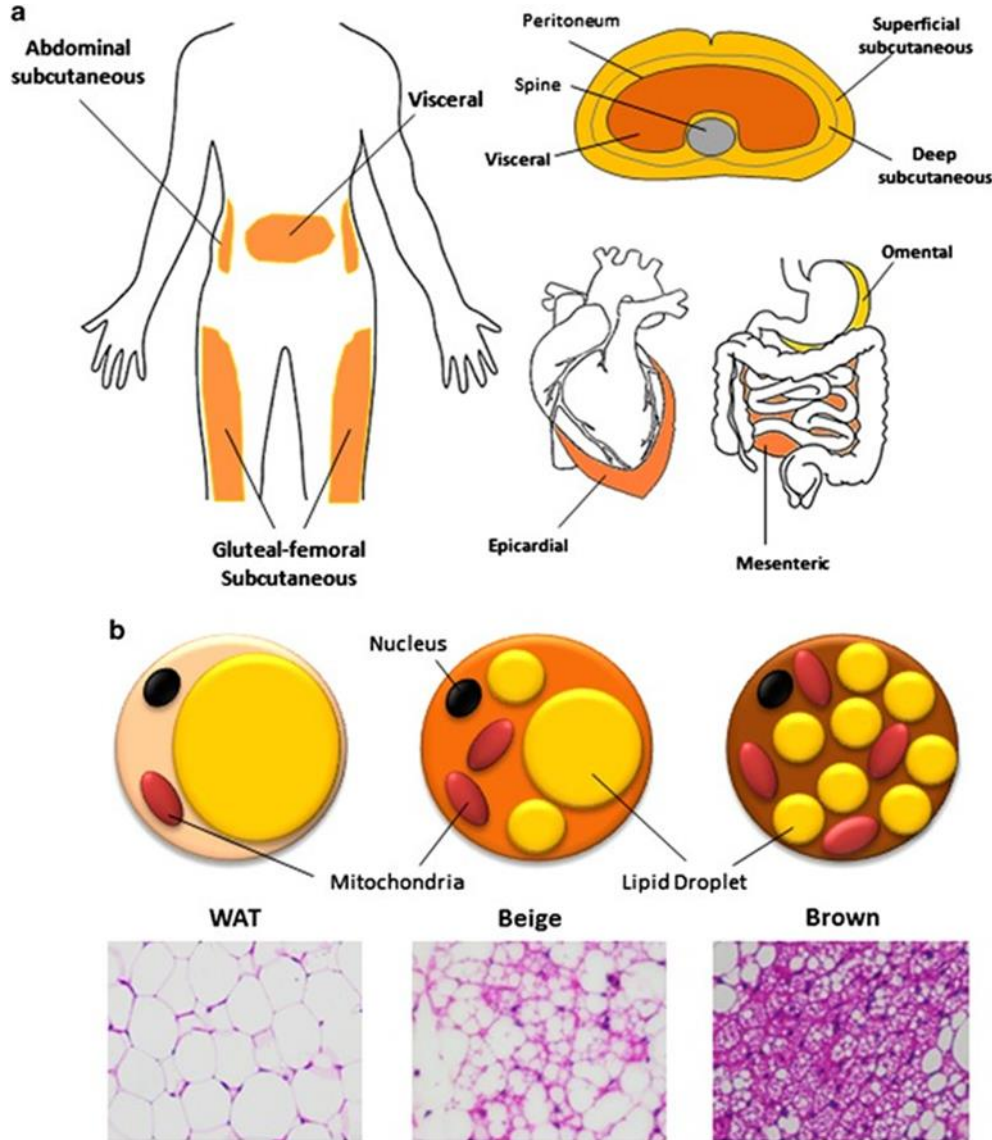
Obezite düşük dereceli kronik inflamatuvar bir hastalık olup adipositlerin sayıca ve kütlece artışı ile karakterizedir. Obezite, Tip 2 Diyabet, insülin rezistansı, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser tipleri gibi birçok hastalıkla ilişkilidir (Kawai, Autieri and Scalia, 2021).

2. ADİPOZ DOKU

Son yıllarda yapılan çalışmalara göre adiipoz dokunun sadece enerjinin depolandığı pasif bir rezervuar değil, metabolizmada önemli rolleri olan endokrin bir organ olduğu bilinmektedir

(Kershaw and Flier, 2004). Adipoz dokudan salgılanan hormonlar adipokin olarak adlandırılmaktadır (Kershaw and Flier, 2004).

Fonksiyon, renklenme, vaskülarizasyon ve yapı bakımından farklı 3 çeşit adipoz doku vardır. Bunlar; Beyaz adipoz doku (White Adipose Tissue- WAT), Kahverengi adipoz doku ve Bej adipoz dokudur (Frigolet and Gutiérrez-Aguilar, 2020).



Şekil 1. Adipoz doku çeşitleri (Kwok, Lam and Xu, 2016).

3. OBEZİTE VE İNFLAMASYON

İnflamasyon, organizmanın fiziksel, kimyasal veya biyolojik zararlı uyarılara karşı verdiği fizyolojik bir tepkidir. Sağlanan tepki genellikle homeostazisin yeniden kurulmasına yöneliktir. İnflamatuar cevap ilk uyarının doğasına ve daha sonra ortaya çıkan tepkilere bağlı olan birçok hücre tipinin ve araçların koordineli eylemini içerir (Monteiro and Azevedo, 2010).

İnflamatuar yanıt, doğuştan gelen bağışıklık sisteminin bir savunma mekanizmasıdır. Patojenleri ortadan kaldırarak ve hasarlı dokuların onarımını teşvik ederek konakçıyı virüsler, bakteriler, toksinler ve enfeksiyonlar gibi zararlı uyarılardan korur (Tristan Asensi *et al.*, 2023)

Enerji alımı ve enerji harcanması arasındaki dengesizlik sebebiyle fazla yağ birikimi ile karakterize olan obezitede, adipoz dokuda immün hücrelerin sayısı ve TNF-alfa, IL-6 ve IL-12 gibi proinflammatuar sitokinlerin düzeyi artar (Kawai, Autieri and Scalia, 2021). Düşük dereceli inflamasyonun varlığı homeostatik dengeyi bozar, immün ve metabolik yanıtlar arasındaki çapraz iletişimi değiştirir ve kronik metabolik inflamasyonu teşvik eder (Tristan Asensi *et al.*, 2023). İnflamasyonu artırabilen veya yoğunlaştırabilen çevresel ve yaşam tarzı faktörleri arasında, diyetin rolünü destekleyen artan bilimsel kanıtlar bulunmaktadır. İnflamasyon süreçlerini etkileyen potansiyel besin bileşikleri arasında makro ve mikro besinler, polifenoller gibi biyoaktif moleküller ve spesifik gıda bileşenleri yer alır.

4. OBEZİTE VE FONKSİYONEL GIDALAR

Temel besin olmanın dışında sağlığı geliştirici, hastalıkları engelleyici ya da iyileştirici özellikleri olan gıdalar fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Topolska, Florkiewicz and Filipiak-Florkiewicz, 2021). Fonksiyonel gıdalar ihtiva ettikleri spesifik biyoaktif bileşikler sayesinde hastalıklar üzerinde olumlu etkilere sahip olabilmektedir.

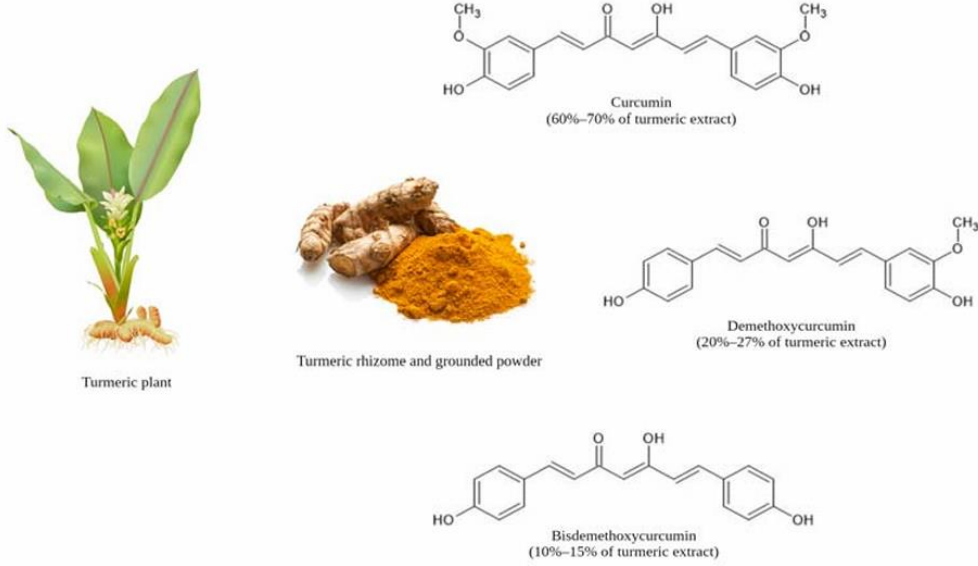
Genetik ve metabolik faktörlerin yanı sıra beslenme ve fiziksel aktivite gibi yaşam tarzını etkileyen unsurlar da obezitenin gelişmesinde etkilidir. Özellikle beslenme ve bağırsak mikrobiyotası ile obezite arasında kuvvetli ilişki olduğunu gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Monteiro and Azevedo, 2010). Bu sebeple obezitenin önlenmesi ve iyileştirilmesi uygulanan yöntemler beslenme üzerine yoğunlaşmıştır.

Fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasıyla birlikte bu alanda pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu çalışmalara göre biyoaktif bileşenlerce zengin fonksiyonel gıdaların tüketilmesi ile obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve Tip 2 Diyabet gibi metabolik hastalıkların görülme riskinin azaldığı gözlenmiştir (Konstantinidi and Koutelidakis, 2019). İçerisinde kurkuminin de bulunduğu bir grup polifenolik bileşiğin kronik inflammatuar hastalıklar ile ilişkili metabolik yollar üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak etkili olduğu bilinmektedir (Konstantinidi and Koutelidakis, 2019).

5. KURKUMİN

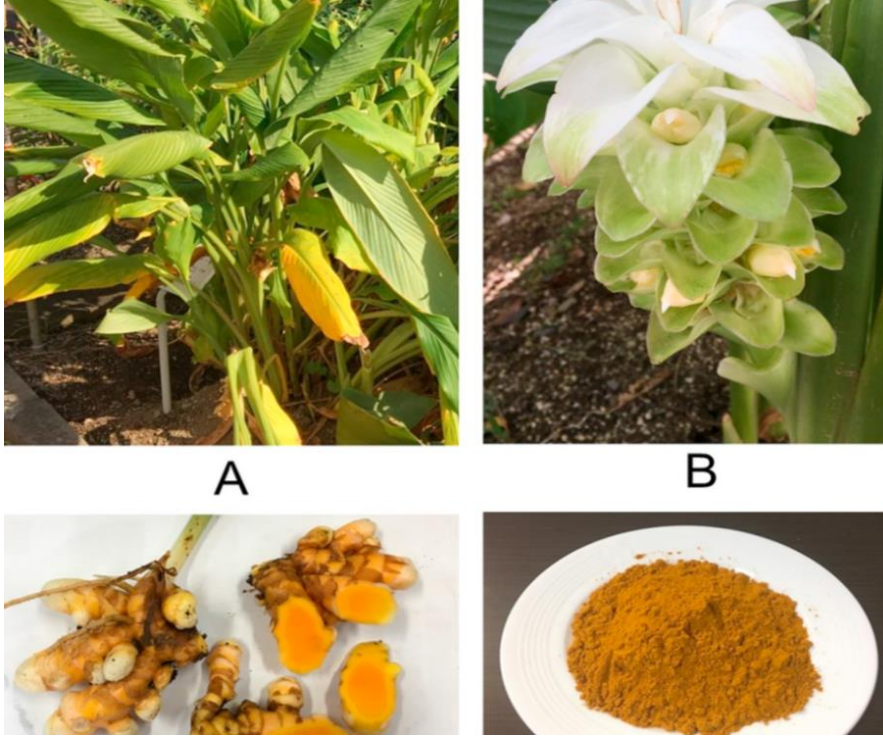
Kurkumin; turmerik (*Curcuma longa*) köklerinin bir parçası ve zerdeçal baharatının ana biyoaktif bileşiği olan doğal bir polifenik bileşiktir (Bertoncini-Silva *et al.*, 2024) . %1,5 ila %3

oranında kurkumin içeren turmerik 4000 yıl önce Hindistan'da "Hint Safranı" ya da "Altın Baharat" olarak bilinmekte ve kullanılmaktaydı (Li *et al.*, 2020).



Şekil 2. Kurkuminoidlerin kimyasal yapısı (Moetlediwa *et al.*, 2023)

Yapılan çalışmalara göre oral biyoyararlanımı %1 olan kurkuminin; obezite, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve non-alkolik yağlı karaciğer hastalıkları üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Zeng *et al.*, 2023). Kurkuminin anti-kanser, anti-obezite, antiinflamatuvar, antioksidan ve lipid düşürücü etkilerinin yanısıra termogenik özelliğinin de bulunduğu, kurkumin ve kurkuminoidlerin obezitede yararlı ve antiinflamatuvar etkilerini çok çeşitli moleküler hedeflerin düzenlenmesi yoluyla oluşturduğu bilinmektedir (Islam *et al.*, 2023; Zeng *et al.*, 2023; Bertoncini-Silva *et al.*, 2024).



Şekil 3. Turmerik bitkisinin çiçekleri kökleri ve köklerin toz hali (Li *et al.*, 2020)

Obez ve fazla kilolu kişilerle yapılan çalışmalarda, bir aydan 3 aya kadar sürelerle, çalışma grubuna kurkumin tablet ve kapsül takviyeleri verilmiş ve çeşitli antropometrik ve biyokimyasal parametreler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda kurkuminin Trigliserid (TG), Total Kolesterol (TK), Düşük Yoğunluklu Lipoprotein Kolesterolü (LDL-K), karaciğer yağ içeriği, vücut kütle indeksi ve Hemogloblin A1C düzeylerini düşürdüğü, Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein Kolesterolü (HDL-K) düzeylerini artırdığı görülmüştür (Zeng *et al.*, 2023). Ayrıca bu çalışmalar sonucunda pro-inflamatuar parametreler olan Interlökin-6 (IL-6) ve Interlökin 1-beta (IL-1 β) düzeylerinin de düştüğü rapor edilmiştir (Zeng *et al.*, 2023).

Yapılan bir başka çalışmada kurkuminin preadipositlerin farklılaşmasını baskılayarak adiposit sayısını ve lipid birikimini de azalttığı gösterilmiştir (Zhao *et al.*, 2021).

Kurkumin; obezite gelişiminde doğrudan etkili olan bağırsak mikrobiyotasını da etkilemekte ve yaralı bakterilerin sayı ve çeşitliliğinin artmasını sağlamaktadır (Scazzocchio, Minghetti and D'archivio, 2020; Enayati *et al.*, 2023) (Shabbir *et al.*, 2021)

6. SONUÇ

Dünya genelinde önemli sağlık problemleri arasında yer alan ve kişilerin yaşam kalitelerini de etkileyen obezite düşük dereceli kronik inflamatuvar bir hastalıktır. Yapılan çalışmalar ışığında obezitenin tedavisi için uygulanan yöntemler yaşam tarzı üzerine yoğunlaşmıştır. Özellikle tüketilen besinlerin içeriği ve miktarı, enerji alımı ve harcanması arasındaki dengenin bozulmasıyla ortaya çıkan obezitenin engellenmesi adına son derece önemli bir yer

bulmaktadır. Bu sebeple son yıllarda yapılan çalışmalar fonksiyonel gıdaların tüketimi ve obezite arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Polifenoller bakımından zengin bir bileşik olan kurkumin gerek antropometrik değerlerin gerekse de biyokimyasal parametrelerin iyileştirilmesi açısından obezitenin engellenmesi ve tedavi edilmesinde son derec önemli bir yere sahiptir. Adipoz doku makrofajlarında ve çeşitli diğer hücre ve dokularda, kurkumin, inflamatuvar transkripsiyon faktörlerini down regüle eder. Aynı zamanda inflamatuvar sitokinlerin salgılanmasını da inhibe eder. Yapılan çalışmalara göre kurkuminin preadipositlerin farklılaşmasını baskılayarak adiposit sayısını ve lipid birikimini de azalttığı gösterilmiştir.

Kronik düşük dereceli inflamatuvar bir hastalık olan obezitede kurkumin beyaz adipoz dokuyu etkileyerek inflamatuvar süreçleri yavaşlatmakta ve hücrel antioksidan savunmayı kuvvetlendirmektedir.

Tüm bu özellikleri sebebiyle kurkumin metabolik inflamatuvar bir hastalık olan obezite ile ilişkili olup hastalık üzerinde birçok olumlu etkiye sahiptir.

KAYNAKLAR

- Bertoncini-Silva, C. *et al.* (2024) ‘Enhancing the Bioavailability and Bioactivity of Curcumin for Disease Prevention and Treatment’, *Antioxidants*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox13030331>.
- Enayati, A. *et al.* (2023) ‘The Effect of Curcumin on the Gut-Brain Axis: Therapeutic Implications’, *Journal of Neurogastroenterology and Motility*. Korean Society of Neurogastroenterology and Motility, pp. 409–418. Available at: <https://doi.org/10.5056/jnm23065>.
- Frigolet, M.E. and Gutiérrez-Aguilar, R. (2020) ‘The colors of adipose tissue’, *Gaceta Medica de Mexico*, 156(2), pp. 142–149. Available at: <https://doi.org/10.24875/GMM.M20000356>.
- Islam, T. *et al.* (2023) ‘Anti-inflammatory mechanisms of polyphenols in adipose tissue: role of gut microbiota, intestinal barrier integrity and zinc homeostasis’, *Journal of Nutritional Biochemistry*. Elsevier Inc. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2022.109242>.
- Kawai, T., Autieri, M. V. and Scalia, R. (2021) ‘Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity’, *American Journal of Physiology - Cell Physiology*, 320(3), pp. C375–C391. Available at: <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00379.2020>.
- Kershaw, E.E. and Flier, J.S. (2004) ‘Adipose tissue as an endocrine organ’, in *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, pp. 2548–2556. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0395>.
- Konstantinidi, M. and Koutelidakis, A.E. (2019) ‘Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of Its Possible Role on Weight Management and Obesity’s Metabolic Consequences’, *Medicines*, 6(3), p. 94. Available at: <https://doi.org/10.3390/medicines6030094>.

- Kwok, K.H.M., Lam, K.S.L. and Xu, A. (2016) 'Heterogeneity of white adipose tissue: Molecular basis and clinical implications', *Experimental and Molecular Medicine*. Nature Publishing Group. Available at: <https://doi.org/10.1038/emm.2016.5>.
- Li, H. *et al.* (2020) 'Curcumin, the golden spice in treating cardiovascular diseases', *Biotechnology Advances*. Elsevier Inc. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.01.010>.
- Moetlediwa, M.T. *et al.* (2023) 'Therapeutic Effects of Curcumin Derivatives against Obesity and Associated Metabolic Complications: A Review of In Vitro and In Vivo Studies', *International Journal of Molecular Sciences*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms241814366>.
- Monteiro, R. and Azevedo, I. (2010) 'Chronic inflammation in obesity and the metabolic syndrome', *Mediators of Inflammation*. Available at: <https://doi.org/10.1155/2010/289645>.
- Scazzocchio, B., Minghetti, L. and D'archivio, M. (2020) 'Interaction between gut microbiota and curcumin: A new key of understanding for the health effects of curcumin', *Nutrients*. MDPI AG, pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu12092499>.
- Shabbir, U. *et al.* (2021) 'Curcumin, quercetin, catechins and metabolic diseases: The role of gut microbiota', *Nutrients*. MDPI AG, pp. 1–24. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu13010206>.
- Topolska, K., Florkiewicz, A. and Filipiak-Florkiewicz, A. (2021) 'Functional food—consumer motivations and expectations', *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI AG. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph18105327>.
- Tristan Asensi, M. *et al.* (2023) 'Low-Grade Inflammation and Ultra-Processed Foods Consumption: A Review', *Nutrients*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). Available at: <https://doi.org/10.3390/nu15061546>.
- Zeng, Y. *et al.* (2023) 'Therapeutic Effect of Curcumin on Metabolic Diseases: Evidence from Clinical Studies', *International Journal of Molecular Sciences*. MDPI. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms24043323>.
- Zhao, D. *et al.* (2021) 'Curcumin improves adipocytes browning and mitochondrial function in 3T3-L1 cells and obese rodent model', *Royal Society Open Science*, 8(3). Available at: <https://doi.org/10.1098/rsos.200974>.

SAĞLIKLI GEZEĞEN SAĞLIKLI İNSAN: GEZEĞEN SAĞLIĞI

Öğr. Gör. Dr. FATMA ZEHRA GENÇ¹, Dr. Öğr. Üyesi SUZAN YILDIZ², Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ³

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Bilimsel Yayınlar Koordinatörlüğü, Halk Sağlığı Hemşireliği, fatmazehragnc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1861-8864>

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği, suzanmola@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6833-5710>

³Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği, nailebilgili@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7639-0303>

ÖZET

Gezegen sağlığına yönelik mevcut tehditler arasında büyük çaplı biyolojik çeşitlilik kaybı, aşırı hava olayları, toprak, hava ve su kirliliği, iklim değişikliği, küresel orman kaybı ve değişen arazi kullanımı ve su kıtlığı yer almaktadır. İnsan eliyle gerçekleşen bu bozulmaların tamamı insan sağlığını tehdit eden küresel değişikliklere sebep olmaktadır. Bu bozulmalar bulaşıcı hastalıkların görülme sıklığı ve şiddetinde artışa, yeni bulaşıcı hastalıklara maruz kalmaya, bulaşıcı olmayan hastalık yüklerinin artmasına-şiddetlenmesine, beslenmenin bozulması ve gıda güvensizliğine, iç çatışma-yerinden edilmeye, sıcaklık artışına bağlı ölüm oranında artışı ve mental sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Dolayısı ile gezegen sağlığındaki bu bozulmalar insan sağlığını tehdit etmekte ve gezegen sağlığı insan sağlığıdır anlayışını gündeme getirmektedir. Bu bağlamda insan sağlığını ilgilendiren her durum hemşirelik disiplini de ilgilendirmektedir. Hemşirelerin çevre sağlığı belirleyicilerine esas olarak daha sağlıklı ortamların oluşturulması ve halk sağlığının iyileştirilmesi için savunuculuk rolü ile ön safhalarda yer aldıkları bilinmektedir. Hemşireleri endişelendiren durum, dünyanın dört bir yanında iklim değişikliğinin, bakımını üstlendikleri bireylerin sağlığı üzerindeki gerçek etkilerine birinci elden tanık olmaları ve bu kişilere ilk sağlık müdahalelerini sağlamalarıdır. Bu derlemede, gezegen sağlığının insan sağlığı olduğu vurgusu ön plana çıkarılarak, bu kavram hemşirelik literatürü çerçevesinde ele alınmıştır. Ayrıca klinisyen hemşirelerin, akademisyen hemşirelerin ve hemşirelik öğrencilerinin bireysel ve kurumsal açıdan sorumlulukları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gezegen, hemşirelik, insan, sağlık

HEALTHY PLANET HEALTHY HUMAN: PLANETARY HEALTH

ABSTACT

Current threats to planetary health include large-scale biodiversity loss, extreme weather events, soil, air and water pollution, climate change, global deforestation and land use change, and water scarcity. All of these human-induced disturbances are causing global changes that threaten human health. These disruptions lead to an increase in the incidence and severity of infectious diseases, exposure to new infectious diseases, increased burden of non-communicable diseases, deterioration of nutrition and food insecurity, internal conflict-displacement, increased mortality due to rising temperatures, and mental health problems. Therefore, these degradations of planetary health threaten human health and raise the understanding that planetary health is human health. In this context, any situation that affects human health also affects the discipline of nursing. Nurses are known to be at the forefront of advocacy for healthier environments and improved public health based on environmental health determinants. The situation that concerns nurses is that they are witnessing first-hand the real effects of climate change on the health of the people they care for around the world, and are providing the first health interventions to these individuals. This review discusses this concept within the nursing literature, emphasising that planetary health is human health. In addition, the individual and institutional responsibilities of clinical nurses, academic nurses and nursing students are discussed.

Keywords: Planet, nursing, human, health

1. GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyılda sanayileşme ve kentleşme ile yaşam standartlarında ve beklentisinde gelişmeler yaşanmıştır. Bu olumlu gelişmelerin yanı sıra epidemiyolojik geçiş yaşanmış, bulaşıcı olmayan hastalıklar, çevre sorunları ve iklim değişiklikleri ortaya çıkmıştır (Graham & White, 2016). Küresel ölümlerin büyük çoğunluğu değiştirilebilir risk faktörlerine bağlı gerçekleşmekte olup ölümlerin yaklaşık dörtte birinin çevre koşulları ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (WHO, 2024a). Temiz hava, stabil iklim, yeterli su, sanitasyon ve hijyen, kimyasalların güvenli kullanımı, radyasyondan korunma, sağlıklı ve güvenli işyerleri, sağlıklı tarımsal uygulamalar, sağlığı destekleyen şehirler ve inşa edilmiş çevreler ve korunmuş bir doğa, iyi sağlık için ön koşullardır. Sağlıklı ortamların, küresel hastalık yükünün yaklaşık olarak dörtte birini önlediği belirlenmiştir. (WHO, 2024a). Küresel iklim değişiklikleri, hava, su ve toprakların yaygın kirlenmesi, hızlı biyolojik çeşitlilik kaybı, karbon, azot ve fosfor da dahil olmak üzere biyojeokimyasal döngülerin yeniden yapılandırılması, arazi kullanımında ve arazi örtüsünde yaygın değişimler, tatlı su ve ekilebilir arazi de dahil olmak üzere kaynak kıtlığı olmak üzere tüm bu biyofiziksel değişiklikler gezegen sağlığının önemini gözler önüne sermektedir (Myers, 2017). Gezegen ve insan sağlığını hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkileyen iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin kaybı ve artan kirlilik, gezegen ve insan sağlığı için tehdit oluşturmakta ve bu tehditler acil durum işaretleri olarak kabul edilmektedir (Yıldız, 2022; Jochem vd., 2023; Görgü & Gökdemir, 2023). COVID-19 pandemisi, tüm insanların sağlığını güvence altına almak için sağlıklı bir gezegene ihtiyacımız olduğunu bize hatırlatan önemli bir uyanış çağrısı olmuştur (Guzmán vd., 2021; Görgü & Gökdemir, 2023). Daha sağlıklı toplumlar için daha sağlıklı çevreler inşa etme yolundaki küresel yaklaşımları

gündemde tutmak ve çevre sağlığında güncel konuları ele almak önemlidir. Bu açıdan gezegen sağlığı kavramını ele almak değerlidir.

2. GEZEĞEN SAĞLIĞI

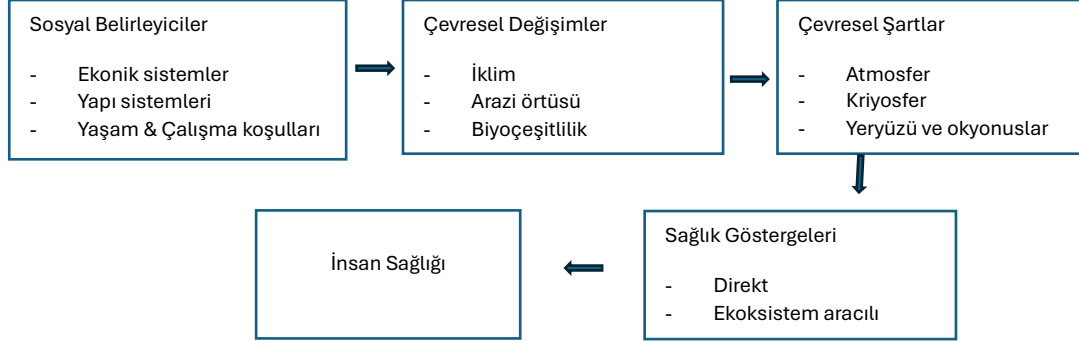
Altıncı Küresel Çevre Görünümü (GEO-6) gezegen sağlığı sistemi bileşenlerini “hava, kara, tatlı su, okyanuslar ve biyolojik çeşitlilik” olarak değerlendirmektedir (The Global Environment Outlook, 2024). Ayrıca, “Sağlıklı Gezegen, Sağlıklı İnsanlar” teması ile çevrenin insan sağlığı için artan sonuçlarla nasıl daha da kötüleştiğinin mesajı verilmektedir (Gupta vd., 2019; The Global Environment Outlook, 2024). Gezegen sağlığı yaklaşımı, 2015 yılında Rockefeller Vakfı-Lancet Gezegen Sağlığı Komisyonu’nun raporuyla gündeme gelmiştir. Raporda gezegen sağlığının enerji, tarım, su, balıkçılık ve sağlık dahil olmak üzere küresel ve ulusal reformlarının savunulması için benzeri görülmemiş bir fırsat sunduğu belirtilmiştir (Whitmee vd., 2015).

Gezegen sağlığı yaklaşımı, “insanlığın geleceğini şekillendiren politik, ekonomik ve sosyal boyutlardaki sistemlere ve insanlığın içinde gelişebileceği güvenli çevresel sınırları tanımlayan doğal sistemlere makul düzeyde özen gösterilerek, dünya çapında ulaşılabilir en yüksek sağlık, refah ve eşitlik standardına ulaşmak” olarak tanımlanmaktadır. Gezegen sağlığı, insanın “Dünya’nın doğal sistemlerindeki insan kaynaklı bozulmaların (iklim değişikliği, ormansızlaşma, kirlilik gibi) insan sağlığı ve dünyanın tüm yaşam alanları üzerindeki etkilerini analiz etmeye ve ele almaya odaklanan, çözüm odaklı, disiplinler arası bir alan ve toplumsal harekettir (Planetary Health Alliance, 2021; LeClair & Potter, 2022; Capetola vd., 2022; Gökdemir, 2023).

Gezegen sağlığı; tropikal tıp, küresel sağlık, sistemler teorisi, ekoloji, dünya bilimi, etik, sağlığı etkileyen sosyal ve kültürel etkiler, coğrafi sağlık, tek sağlık, ekolojik sağlık, koruyucu/önleyici tıp, iklim değişikliği ve sağlık, sosyal tıp terimlerini içermektedir (Frumkin, 2017). Gezegen sağlığının önemini vurgulamak, farkındalığı artırmak için Dünyada önemli kurum ve kuruluşlar özel gün belirleme ve tema çalışmaları yürütülmektedir. Gezegenimizin sağlığı ve onu koruma çabalarını harekete geçirmek adına 22 Nisan Dünya Günü olarak kabul edilmiştir ve farklı temalarla kutlanmaktadır. DSÖ tarafından Dünya Sağlık Günü 7 Nisan 2022’de “Gezegenimiz Sağlığımız” teması ile kutlanmıştır (WHO, 2022). Uluslararası Hemşireler Birliği’de (ICN) konunun önemine dikkat çekmek amacıyla 2017 temasını “Hemşireler: Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine Ulaşmada Öncü Ses” olarak belirlemiş ve iklim değişikliğinin bir sosyal adalet sorunu olduğunu vurgulamıştır (ICN, 2017).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), son hastalık yükü çalışmasında ölümlerin; 500.000’inin hava kirliliğine, 80.000’inin güvenli olmayan su ve sanitasyona, 40.000’inin güvenli olmayan gıda tüketimine ve diğer ölümlerin diğer çevresel risklere atfedebileceğini tahmin etmektedir (WHO, 2024b). Bu veriler gezegen sağlığının insan sağlığını ciddi derecede etkilediğini göstermesi bakımından çarpıcı olup gezegenin sağlığı insanlığın sağlığıdır yaklaşımındaki karşılıklı ilişkiyi açıklamaktadır (Martini vd., 2023). Burada sağlığın sosyal belirleyicileri kavramının da önemi ortaya çıkmaktadır (Görsel 1). Sosyal belirleyiciler “İnsanların doğduğu, büyüdüğü, çalıştığı, yaşadığı ve yaşlandığı koşullar ve günlük yaşam koşullarını şekillendiren daha geniş güçler ve sistemler kümesi” olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2024c). Sosyal belirleyiciler iklim değişikliğiyle ilişkili kötü sağlık sonuçlarına karşı kırılganlığı artırma veya daha da kötüleştirmede etkilidir. Sosyal belirleyiciler sağlığımızı etkilediği gibi gezegenimizi

de şekillenmektedir (Graham & White, 2016). Çevresel faktörler, sağlığın temel belirleyicileri arasında yer almakta olup, gezegen üzerindeki etkisi yoğun hissedilen ve en büyük küresel halk sağlığı problemi olarak tanımlanan iklim değişikliği günümüzde önemle vurgulanır hâle gelmiştir (The World Organization of Family Doctors, 2019; İlaslan, 2023).



Görsel 1. Sosyal Belirleyiciler: Çevresel ve Sağlık Sonuçları (Graham & White, 2016).

Gezegen sağlığı, canlı organizmalar ve ekosistemin birbiri ile ilişkilerinin tanınmasına dayanan yeni bir kavram ve araştırma alanı olarak karşımıza çıkmakta, temeli tek sağlık ve eko sağlık yaklaşımlarına dayanmaktadır (Lerner & Berg, 2017; Bertoni, 2021; Bulduk & Piyal, 2024). Tek sağlık omurgalı canlıların sağlığına, eko sağlık tüm canlılar üzerinden biyoçeşitliliğin korunmasına, gezegen sağlığı da sağlık alanında artan tehlikelerle başa çıkmak konusuna odaklanmakta ve insan sağlığına öncelik vermektedir (Lerner & Berg, 2017). Whitmee vd. (2015) büyük ölçüde insan merkezli bir yaklaşım benimsemelerine rağmen, ekolojik değişikliklerin, iklim değişikliğinin, arazi kullanımındaki değişikliklerin ve gıda üretimi değişikliklerinin zoonotik ve vektör kaynaklı hastalıkların insanlara bulaşma riskleriyle ilişkisini gündeme getirerek, hayvan sağlığını da dahil etmektedir. Bertoni'de (2021) tam sürdürülebilirlik için insan, hayvan ve gezegen sağlığının birlikte ele alınmasını ve insanların doğal kaynakları kullanırken diğer insanlara ve çevreye karşı görevlerinin olduğunu vurgulamıştır.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri olarak hastalıkların çevresel nedenlerini ele alma ve sağlıklı bir çevrede yaşama insan hakkı olarak değerlendirilmektedir. Al-Mandhari vd. (2022) gezegenimizin sağlığımız olduğunu, gezegeni korumanın hayat kurtarma ve sağlığı geliştirme ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. İnsan sağlığı ve gezegen arasındaki ilişki Görsel 3'te sunulmuştur. Rosa ve Upvall (2019) küresel sağlıktan gezegen sağlığına geçiş paradigmasını savunmuş olup böyle bir geçişin, sağlık anlayışını yalnızca insan sağlığına odaklanmış bir olgudan, birbirine bağımlı hayvan, çevre ve genel gezegen sağlığına doğru genişlediğini ve hemşireliğin gelecekteki rollerini ve sorumluluklarını buna göre yeniden şekilleneceğini belirtmiştir. Bu bağlamda hemşirelik literatüründe gezegen sağlığı kavramını ele almak önemlidir.

İnsan Sağlığı	Gezegen	
	İyi	Kötü
İyi	Ortak Faydalar Sürdürülebilir Şehirler Sürdürülebilir Sistemleri	Antibiyotikler Sağlık Sistemleri Gıda
Kötü	COVID-19	Sigara Kimyasallar

Görsel 3. İnsan Sağlığı ve Gezegen Sağlığı Arasındaki İlişki (Antó, 2024).

3. HEMŞİRELİK LİTERATÜRÜNDE GEZEĞEN SAĞLIĞI

Dünya çapında küreselleşmenin hızla devam etmesi, halk sağlığını uluslararası boyutta etkileyebilen iklim değişikliği, ekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin azalması gibi değişikliklerin ve bu değişikliklerle ilişkili olarak gündeme gelen Zika, Ebola ve COVID-19 gibi salgın hastalıkların görülme sıklıklarının artması hemşirelik literatüründe gezegen sağlığının önemini gözler önüne sermektedir (Jacobsen & Waggett, 2022). Doğal yaşam destek sistemlerindeki değişikliklerin doğrudan sağlığı etkilemesi, önümüzdeki yüzyılda küresel hastalık yükünün çoğunu yönlendirecek olması, günümüzün en savunmasızlarını ve gelecek nesilleri en sert şekilde etkileyebileceği tahmininden yola çıkılarak gezegen sağlığının, küresel çapta ilgi gerektiren, gelişen ve temel bir alan olarak kabul edilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır (Planetary Health Alliance, 2021). Böylesine tehlikeli bir durumu ele almak için, hemşirelik disiplininin de diğer disiplinlerle iş birliği içinde olması, insanların neden olduğu Dünya'nın doğal sistemlerindeki bozulmaları eleştirel bir şekilde incelemeye çağırması gerekmektedir (Astle, 2021). Hemşirelik mesleğinin dört temel metaparadigması insan, sağlık ve hastalık, çevre ve hemşireliktir (McKenna vd., 2014). Çevre boyutu, hemşirelerin çevreye karşı sorumluluklarını ifade etmekte olsa da hemşireliğin iklim değişikliğine yanıtının geciktiği vurgulanmakta ve çevre metaparadigmasının daha geniş bir yaklaşım gerektiren gezegen sağlığı olarak değişmesi gerektiği tartışılmaktadır (Kalogirou vd., 2020). Astle (2021) hemşireliğin, küresel toplumun sağlığını ve gezegenin korunmasını sağlamak için diğer disiplinlerle birlikte çalışmanın ve bu sorumluluğu üstlenmesinin önemini vurgulamakta disiplinler birbirlerinden öğrenmeye devam ederek sağlıkta eşitlik ve insan onuru için harekete geçmeye yardımcı olacak sinerjiler yaratabilecektir (Astle, 2021). Benzer şekilde İngiltere'deki hemşireler, ebeler ve hemşire yardımcıları da gezegenimizi korumanın önemi üzerinde odaklanmanın önemine ve (Devereux, 2023), hemşirelerin sürdürülebilirliği esas alması, iklim değişikliğinden en çok etkilenenlerin haklarını savunması ve kanıta dayalı düşük karbonlu bakım sunulmasına vurgu yapmaktadırlar (Devereux, 2023; Quitmann vd., 2023).

Uluslararası hemşirelik kuruluşları, gezegen sağlığının geliştirilmesinde hemşirelik profesyonellerini temel paydaşlar arasında görmektedir. Uluslararası literatürde gezegen sağlığı hemşireliğinden bahsedilmekte olup gezen sağlığı hemşireliğini "iyileştirme, liderlik ve küresel eylem ve küresel hemşirelik anlayışına odaklanan, sağlığın sosyal belirleyicilerini benimseyen, herkes için sağlığın sürdürülebilir, eşit ve ulaşılabilir duruma getirilmesini destekleyen hemşirelik yaklaşımı olarak açıklanmaktadır (Kurth, 2017; Rosa & Upvall, 2019; Kalogirou vd., 2020). Gezegen sağlığı hemşireliği yaklaşımının benimsenmesinde modern hemşireliğin kurucusu olan Florence Nightingale'in mesleğin temelleri olarak nitelendirdiği; bakım, liderlik ve küresel eylem ilkelerinin somutlaştırılmasının rol oynadığı belirtilmektedir (İlaslan & Çakar, 2021). Hemşireliğin Geleceği 2020–2030: Sağlık Eşitliğini Sağlamak İçin Bir Yol Haritası Oluşturma raporu gezegen sağlığını tehdit eden iklim değişikliğine dikkat çekmiş ve bu konunun ele alınmasının aciliyetini vurgulamıştır. Topluma en yakın konumda çalışan ve bireylerin ihtiyaçlarını analiz edebilen hemşireler, sağlığı yaşanan çevre, sahip olunan kültürel ve sosyal değerler ve ekonomik gelişmişlik düzeyi gibi değişkenler ile bütüncül

değerlendirebilmede önemli bir noktadadır (İlaslan & Çakar, 2021). Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin üçüncüsü olan, “tüm yaş gruplarında herkesin sağlıklı yaşam sürmesini sağlama ve refah düzeyini geliştirme” hedefinin 13. amacında da vurgulandığı gibi gezegen sağlığı anlayışının benimsenmesi gereklilik hâline gelmiştir (Sustainable Development Goals, 2024). Hemşirelerin uzun zamandır çevresel sağlık belirleyicilerini esas alarak daha sağlıklı ortamların oluşturulması ve halk sağlığının iyileştirilmesi için savunuculuk yaptıkları bilinmektedir (Leffer vd., 2017). Hemşireleri ve diğer sağlık çalışanlarını endişelendiren durum, dünyanın dört bir yanında, iklim değişikliğinin, bakımını üstlendikleri kişilerin sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine birinci elden tanık olmaları ve bu kişilere ilk sağlık müdahalelerini sağlamalarıdır (Atwoli vd., 2021). Hemşireler toplumda örnek alınacak, rol modeli olan profesyonellerdir. Dolayısı ile hemşirelerin kendi yaşantıları yoluyla topluma örnek olmaları da önemlidir. Hemşireler bireysel anlamda; toplu taşıma ya da bisiklet ve elektrikli ulaşım araçları kullanma, su ve enerjiyi tasarruflı kullanma, çöpleri ayrıştırma ve geri dönüşüme katkı sağlama, plastik kullanımını azaltma gibi davranışları ile örnek olabilecekleri gibi eğitim ve danışmanlık hizmeti aracılığı ile toplumundaki bireylerin de bilinçlenmesine katkı sağlarlar. Bu bağlamda Arden vd. (2024) çalışması örnek yaklaşımlardan biri olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada tek kullanımlık eldivenleri geri dönüştüren yerel bir yardım kuruluşuyla bağlantı kuran araştırmacılar, yardım kuruluşunun kullanılmış eldivenleri toplayıp daha sonra bunları plastik mobilya parçalarına geri dönüştürülen kauçuk peletlere dönüştürmede destek olmalarını sağlamıştır. Hemşireler, kurumsal anlamda ise; toplu taşıma kullanımı, sağlık kurumlarının enerji tasarrufu ve verimliliği, yeşil teknoloji kullanımı, alternatif enerji üretimi, yeşil bina tasarımları, yeşil enerji kullanımı, atık yönetimi, sürdürülebilirlik politikalarına katkı sağlama gibi aktivitelerle gezegen sağlığının korunmasında rol alabilirler (Tekin & Korkmaz, 2022).

Günümüzde yaşamı destekleyen doğal sistemlerin tehlike altında olduğu, insan sağlığı ile gezegenin sağlığının birbirine bağlı olduğu açıkça görülmektedir (Potter, 2021). Tüm Dünyayı derinden etkileyen COVID-19 salgını, gezegen sağlığı ile insan sağlığı arasındaki güçlü bağlantıyı ortaya koymuş, sürdürülebilir ve eşitlikçi küresel çözümlere olan ihtiyacı göstermiştir (Potter, 2021). Potter (2021) gezegen sağlığının hemşirelik eğitimi ve uygulamasının temel bir bileşeni olması gerektiğini belirtmiştir. Hemşirelik eğitim programlarının, hemşireliğin küresel sağlık ve gezegen sağlığı üzerindeki etkisini gerçekleştirmede önemli bir role sahip olduğu belirtilmektedir (Solheim vd., 2024). Potter (2019), hemşirelik eğitiminde gezegen sağlığı ilkelerinin uygulanmasını teşvik ederek, geleceğin hemşirelerinin gezegen sağlığı girişimlerine liderlik etmeye hazır olmaları için hemşirelik eğitiminde değişiklikler yapılması gerektiğini belirtmiştir. İlaslan (2023) hemşirelik bakımı, sürdürülebilir bakış açısı ile yeniden şekillenmesinin ve sürdürülebilir hemşirelik eğitime entegre edilerek konu ile ilgili bilgi, beceri ve farkındalığı yüksek hemşireler yetiştirilmesinin önemini vurgulamıştır. Terry vd. (2019) hemşirelerin sürdürülebilirlik uygulamalarını benimseyerek çevresel sağlık risklerinin azaltılmasına yardımcı olabileceğini ve sürdürülebilirlik ve çevre sağlığının hemşirelik programlarına dahil edilmesini belirtmiştir. Leffers vd. (2017) Ekolojik Gezegen Sağlığı Modeli tanımlamıştır. Model, hemşireliğin ilgili iklim değişikliği eğitimini hemşirelik müfredatına ve profesyonel hemşirelik eğitime entegre etmesi için bir çerçeve sunmaktadır. Hemşirelik eğitiminin, iklim değişikliği için azaltma, uyum ve dayanıklılık stratejilerini ele almak için bir liderlik rolü sunabileceği belirtilmektedir

(Leffers vd., 2017). Ekolojik Gezegen Sağlığı Modeli, hemşirelerin gezegenimizin sağlığını ele almak için davranışlar ve eylemler üzerindeki karşılıklı ilişkisini ve çoklu etki düzeylerini vurgulamaktadır (Leffers vd., 2017). Akademik programlara ek olarak Catton (2023) hemşirelerin, iklim değişikliğinin ve doğal ve insan yapımı felaketlerin insan ve kamu sağlığı üzerindeki etkisini ele alan politika yapımında da aktif olarak yer almasının önemini vurgulamıştır. Gezegen sağlığı artık hemşirelik eğitimine ek bir ders niteliğinden ziyade, her hemşirenin edinmesi gereken temel bir bilgi/sorumluluk olduğu vurgulanmaktadır (Potter, 2021). Hemşirelerin ayrıca insan sağlığını ve gezegenin sağlığını desteklemek için birlikte çalışan sağlık profesyonellerinden oluşan küresel bir toplum olan Clinicians for Planetary Health'e (C4PH) ve benzer gruplara katılmaları, bilinçlendirme faaliyetlerinde yer almaları da öneriler arasında yer almaktadır.

Gezegen sağlığı toplumsal hareketlilik olarak benimsenmekte olup gezegen sağlığını korumak ve geliştirmek primer sağlık hizmetlerinde görev alan sağlık profesyonellerine atfedilmiştir. Aile hekimliği ve halk sağlığı hemşireleri sağlığın korunmasında ön saflarda yer aldığından, çevresel değişim ile ortaya çıkan sağlık etkileri arasındaki bağlantıları ortaya koymaktadır (The World Organization of Family Doctors, 2019). Küresel çevresel zorluklar sağlık ve iyilik durumu için çok büyük riskler oluştursa da aynı zamanda harekete geçme fırsatı da sunmaktadır (The World Organization of Family Doctors, 2019). Konuyu bu bağlamda ele alan Uluslararası Aile Hemşireliği Derneği (2020), hemşirelik uygulamalarında gezegen sağlığının önemli olduğunu ve aşağıdakilerin yapılmasını önermiştir (International Family Nursing Association, 2020).

- Geleceğin hemşirelerine dünya sağlığının aile sağlığıyla ilişkisini öğretmek,
- Dernek üyelerini gezegen sağlığının aile hemşireliğiyle ilgisi konusunda eğitmek,
- Gezegen sağlığının aile sağlığı üzerindeki etkisi konusunda politika yapıcılar da dahil olmak üzere kamuoyunu bilgilendirmek,
- Aile sağlığıyla ilgili araştırma sorularını formüle ederken gezegen sağlığı yaklaşımını kullanmak,
- Gezegen sağlığı/insan sağlığına yönelik araştırma gündemine katkıda bulunmak,
- Aile hemşireliği uygulamalarında aileleri gezegen sağlığı yaklaşımıyla değerlendirmek,
- Gezegen sağlığı yaklaşımıyla genel ve ileri aile sağlığı hemşireliği uygulamalarını hayata geçirmek,
- Sürdürülebilir uygulamalarla gezegen üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmek,
- Gezegen sağlığıyla ilgili savunuculuk ve politika çabalarına aktif olarak katılmayı sürdürmek için diğer kuruluşlarla işbirliği yapmak.

4. SONUÇ

Artan sıcak hava dalgaları, kuraklık, ormansızlaşma, yangınlar, seller, kasırgalar, buzulların küçülmesi, nehirlerin yok olması ve çölleşme gezegen sağlığını etkilemekte bu durum da insanlarda doğrudan ve dolaylı olarak birçok fiziksel ve mental sorunlara yol açabilmektedir. Gezegenin sağlık tehdidinin yanında fırsatlarının da olduğu unutulmamalıdır. Sağlıklı gezegenin sağlıklı insanlar, sağlıklı insanların da sağlıklı gezegen oluşturabileceği unutulmamalıdır. Hemşireler, uzmanlık alanları ne olursa olsun gezegenimizin sağlığını iyileştirmek için harekete geçebilirler. Hemşirelik mesleğinin temel alanlarından birisi

olantoplum sağlığı kapsamında, sistem temelli uygulama ve sağlığın sosyal belirleyicilerinin etkisinin tanınması yer aldığından hemşireler, gezegen sağlığını yenilemeye yönelik eylemleri teşvik etme ve bunlara öncülük etmede önemli konumdadırlar. Hemşirelik eğitim programlarının eğitim, araştırma, politika ve uygulama yoluyla gezegen sağlığı üzerindeki etkilerini artırmaları önerilmektedir. Lisans düzeyinde halk sağlığı hemşireliği müfredatında gezegen sağlığı üzerine odaklanılmalıdır. Gezegeni korumak, kaynaklarını sürdürmek ve iklim değişikliği konusunda harekete geçmek gündemin her zaman merkezinde yer almalıdır. Sağlık iş gücünün büyük bir bölümünü oluşturan hemşireler, çalıştıkları kurumlarda yeşil ekipler oluşturabilir, sürdürülebilirlik politikaları uygulayabilir, yeşil teknolojinin kullanımını sağlayabilir, karbon ayak izini azaltacak farkındalık çalışmaları yürütebilir ve bu uygulamalara liderlik edebilir ve rol model olabilir. Hemşireler, kullanılan kaynakları düşük karbon alterantifi ile değiştirme, malzemelerin geri dövünüşümü sağlayıp destekleme, atıkları ayrıştırma ve enerji kullanma oranlarını geliştirme ve hava kalitesini bozan kirleticilerin kullanımını azaltma gibi faaliyetlerde bulunabilir. Hemşirelik lisans eğitiminde, mezuniyet sonrasında ve hizmet içi eğitimlerinde sürdürülebilirlik anlayışını entegre etme ve eğitimlerde bu anlayışı benimsetme konusu üzerinde durulmalıdır. İklim değişikliği, küresel ısınma, kötü hava kalitesi gibi bileşenleri bütünleştiren ve kapsayan gezegen sağlığı perspektifi oluşturabilir. Ayrıca hemşirelik metaparadigmalardan olan çevre kavramını meslektaşlarına ve topluma daha geniş perspektifte açıklayıp anlamalarını sağlayabilirler.

KAYNAKÇA

- [1] Al-Mandhari, A., Al-Yousfi, A., Malkawi, M., & El-Adawy, M. (2022). ‘Our planet, our health’: Saving lives, promoting health and attaining well-being by protecting the planet—The Eastern Mediterranean perspectives. *Eastern Mediterranean Health Journal = La Revue De Sante De La Mediterranee Orientale = Al-Majallah Al-Sihhiyah Li-Sharq Al-Mutawassit*, 28(4), 247–248. <https://doi.org/10.26719/2022.28.4.247>
- [2] Antó, J. M. (2024). Human health and the health of Planet Earth go together. *Journal of Internal Medicine*, 295(5), 695–706. <https://doi.org/10.1111/joim.13774>
- [3] Arden, C., Taylor-Rollings, H., Tremayne, P., Padley, W., & Hinsliff-Smith, K. (2024). Creative approaches towards protecting the planet in clinical skills and simulation in nursing education. *Nurse Education in Practice*, 76, 103941. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.103941>
- [4] Astle, B. (2021). Planetary Health in Nursing: A Transdisciplinary Equity-Centered Approach. *Creative Nursing*, 27(4), 237–241. <https://doi.org/10.1891/cn-2021-0027>
- [5] Atwoli, L., Baqui, A. H., Benfield, T., Bosurgi, R., Godlee, F., Hancocks, S., Horton, R., Laybourn-Langton, L., Monteiro, C. A., Norman, I., Patrick, K., Praities, N., Rikkert, M. G. O., Rubin, E. J., Sahni, P., Smith, R., Talley, N. J., Turale, S., & Vázquez, D. (2021). Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health. *International Nursing Review*, 68(3), 283–286. <https://doi.org/10.1111/inr.12711>

- [6] Bertoni, G. (2021). Human, Animal and Planet Health for Complete Sustainability. *Animals*, 11(5), 1301. <https://doi.org/10.3390/ani11051301>
- [7] Bulduk, K. D., & Piyal, B. (2024). Gezegen Sağlığının Sürdürülebilirliği Kapsamında Atılması Gereken Adımlar. *Akdeniz Tıp Dergisi*, 10(2), 390-398. <https://doi.org/10.53394/akd.1218916>
- [8] Capetola, T., Noy, S., & Patrick, R. (2022). Planetary health pedagogy: Preparing health promoters for 21st-century environmental challenges. *Health Promotion Journal of Australia: Official Journal of Australian Association of Health Promotion Professionals*, 33 Suppl 1(Suppl 1), 17–21. <https://doi.org/10.1002/hpja.641>
- [9] Catton, H. (2023). Nursing our planet. *International Nursing Review*, 70(1), 7–9. <https://doi.org/10.1111/inr.12825>
- [10] de Diego-Cordero, R., Martínez-Herrera, A., Coheña-Jiménez, M., Luchetti, G., & Pérez-Jiménez, J. M. (2024). Ecospirituality and Health: A Systematic Review. *Journal of Religion and Health*, 63(2), 1285–1306. <https://doi.org/10.1007/s10943-023-01994-2>
- [11] Devereux, E. (2023). New 7Ps for nursing unveiled as part of CNO strategy, Nursing Times. <https://www.nursingtimes.net/news/leadership-news/new-7ps-for-nursing-unveiled-as-part-of-cno-strategy-16-11-2023/>
- [12] Frumkin, H. (2017). What is planetary health and why now? Planetary Health/GeoHealth Conference. https://www.une.edu/sites/default/files/hfrumkin_pha_2017_slides_-_definitions_diagrams_of_ph.pdf
- [13] Görgü, G., & Gokdemir, O. (2023). Mental Health and Planetary Health. *Journal of Cukurova Anesthesia and Surgical Sciences*, 6(3), 512-516. <https://doi.org/10.36516/jocass.1274159>
- [14] Graham, H., & White, P. C. L. (2016). Social determinants and lifestyles: Integrating environmental and public health perspectives. *Public Health*, 141, 270–278. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.09.019>
- [15] Gupta, J., Hurley, F., Grobicki, A., Keating, T., Stoett, P., Baker, E., Guhl, A., Davies, J., & Ekins, P. (2019). Communicating the health of the planet and its links to human health. *The Lancet. Planetary Health*, 3(5), e204–e206. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30040-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30040-3)
- [16] Guzmán, C. A. F., Aguirre, A. A., Astle, B., Barros, E., Bayles, B., Chimbari, M., El-Abbadi, N., Evert, J., Hackett, F., Howard, C., Jennings, J., Krzyzek, A., LeClair, J., Maric, F., Martin, O., Osano, O., Patz, J., Potter, T., Redvers, N., ... Zylstra, M. (2021). A framework to guide planetary health education. *The Lancet. Planetary Health*, 5(5), e253–e255. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00110-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00110-8)
- [17] Horton, R., & Lo, S. (2015). Planetary health: A new science for exceptional action. *The Lancet*, 386(10007), 1921–1922. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61038-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61038-8)
- [18] International Council of Nurses. (ICN). (2017). International Nurses Day 2017. Nurses: A Voice to Lead - Achieving the SDGs. https://www.icn.ch/sites/default/files/2023-05/IND_2017_Report_ENG.pdf
- [19] International Family Nursing Association. (2020). IFNA position statement on planetary health and family health. *Journal of Family Nursing*, 27(1), 83.

<https://internationalfamilynursing.org/wp-content/uploads/2020/04/PHFH-Complete-PDF-copy-in-color-with-photos-English-language.pdf>

- [20] İlaslan, N., & Çakar, M. (2021). 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Kapsamında Gezegen Sağlığı ve Gezegen Hemşireliğinin Önemi. *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*, 13(3), 717–724. <https://doi.org/10.5336/nurses.2020-79658>
- [21] İlaslan, N. (2023). Gezegen Sağlığının Gelişimi İçin Hemşirelik Bakımında Sürdürülebilirliğe 5N1K Tekniği ile Bakış: Geleneksel Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 15(3), 852–859. <https://doi.org/10.5336/nurses.2023-96056>
- [22] Jacobsen, K. H., & Waggett, C. E. (2022). Global health education for the post-pandemic years: Parity, people, planet, priorities, and practices. *Global Health Research and Policy*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41256-021-00234-y>
- [23] Jochem, C., von Sömmogy, J., Hornidge, A.-K., Schwienhorst-Stich, E.-M., & Apfelbacher, C. (2023). Planetary health literacy: A conceptual model. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.980779>
- [24] Kalogirou, M. R., Olson, J., & Davidson, S. (2020). Nursing’s metaparadigm, climate change and planetary health. *Nursing Inquiry*, 27(3), e12356. <https://doi.org/10.1111/nin.12356>
- [25] Kurth, A. E. (2017). Planetary Health and the Role of Nursing: A Call to Action. *Journal of Nursing Scholarship*, 49(6), 598–605. <https://doi.org/10.1111/jnu.12343>
- [26] LeClair, J., & Potter, T. (2022). Planetary Health Nursing. *AJN The American Journal of Nursing*, 122(4), 47. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000827336.29891.9b>
- [27] Leffers, J., Levy, R. M., Nicholas, P. K., & Sweeney, C. F. (2017). Mandate for the Nursing Profession to Address Climate Change Through Nursing Education. *Journal of Nursing Scholarship: An Official Publication of Sigma Theta Tau International Honor Society of Nursing*, 49(6), 679–687. <https://doi.org/10.1111/jnu.12331>
- [28] Lerner, H., & Berg, C. (2017). A Comparison of Three Holistic Approaches to Health: One Health, EcoHealth, and Planetary Health. *Frontiers in Veterinary Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00163>
- [29] Martini, M., Spagnolo, A. M., Sartini, M., Cristina, M. L., & Orsini, D. (2023). The health of mankind and the health of the planet in a historical-ethical perspective: An inseparable relationship and a single destiny. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 64(4), E493–E498. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2023.64.4.3156>
- [30] McKenna, H., Panjkihar, M., & Murphy, F. F., (2014). “Fundamentals of Nursing Models, Theories and Practice.” 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd. Published.
- [31] Myers, S. S. (2017). Planetary health: Protecting human health on a rapidly changing planet. *Lancet (London, England)*, 390(10114), 2860–2868. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32846-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32846-5)
- [32] Planetary Health Alliance. (2021). Planetary health. <https://www.planetaryhealthalliance.org/planetary-health>.
- [33] Potter, T. M. (2021). Planetary Health: An Essential Framework for Nursing Education and Practice. *Creative Nursing*, 27(4), 226–230. <https://doi.org/10.1891/cn-2021-0017>
- [34] Quitmann, C., Griesel, S., Nayna Schwerdtle, P., Danquah, I., & Herrmann, A. (2023). Climate-sensitive health counselling: A scoping review and conceptual framework. *The*

- Lancet. Planetary Health*, 7(7), e600–e610. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00107-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00107-9)
- [35] Rosa, W. E., & Upvall, M. J. (2019). The case for a paradigm shift: From global to planetary nursing. *Nursing Forum*, 54(2), 165–170. <https://doi.org/10.1111/nuf.12310>
- [36] Solheim, K., LeClair, J., Pinekenstein, B., & Zahner, S. J. (2024). Strategies for academic nursing to advance global and planetary health: A call to action. *Journal of Professional Nursing*, 53, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2024.03.005>
- [37] Sustainable Development Goals (2024). The Sustainable Development Agenda. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda-retired/>
- [38] Tekin, S. & Korkmaz, A. Ç. (2023). İklim Krizi Karşısında Hemşirelerin Konumu: Gezegen Hemşireliği. II. International Health and Climate Change Congress (IHCC), 100-105.
- [39] Terry, L., Bowman, K., & West, R. (2019). Becoming and being an environmentally ‘woke’ nurse: A phenomenological study. *Nursing Outlook*, 67(6), 725–733. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2019.04.011>
- [40] The Global Environment Outlook. (2024). <https://www.unep.org/geo/>
- [41] The World Organization of Family Doctors (2019). Declaration Calling for Family Doctors of the World to Act on planetary Health, <https://www.wonca.net/site/DefaultSite/filesystem/documents/Groups/Environment/2019%20planetary%20health.pdf>
- [42] Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., de Souza Dias, B. F., Ezeh, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., ... Yach, D. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, 386(10007), 1973–2028. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)
- [43] World Health Organization. (WHO). (2024a). Environmental health. https://www.who.int/health-topics/environmental-health#tab=tab_1
- [44] World Health Organization. (WHO). (2024b). Air Quality database Updates 2024. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/who-air-quality-database>
- [45] World Health Organization. (WHO). (2024c). Social Determinants of Health. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health>
- [46] World Health Organization. (WHO). (2022). World Health Day 2022. <https://www.who.int/campaigns/world-health-day/2022>
- [47] Yıldız, E. (2022). “The World is Changing... I Can Feel it in the Water and Soil. I Can Smell It”: Addressing the role of psychological flexibility on the planet of disasters. *Perspectives in Psychiatric Care*, 58(4), 3114–3116. <https://doi.org/10.1111/ppc.13117>

KAFEİNİN SPORCULARDAKİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Muhammed YILDIZ¹, Öğr. Gör. Dr. Mehmet Alperen ÜSTÜNER²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
fzt.myildiz@artvin.edu.tr - ORCID: 0000-0002-6639-970X

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
alperenustuner@artvin.edu.tr - ORCID:0000-0001-5583-7586

ÖZET

Kafein, sporcularda performans artırıcı özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir ergojenik destek maddesidir. Fizyolojik açıdan, kafein merkezi sinir sistemini uyararak uyanıklık düzeyini artırmakta, kas gücünü desteklemekte ve enerji metabolizmasını iyileştirmektedir. Dayanıklılık sporlarında, kafein oksijen kullanımını optimize ederek maksimum oksijen alım kapasitesini (VO₂ max) yükseltir; bu sayede sporcularda yorgunluk hissini geciktirir ve dayanıklılık performansının sürdürülebilirliğini sağlar. Özellikle uzun süreli egzersizlerde bu etki, dayanıklılık sporcuları için kritik bir avantaj sunmaktadır. Kas kasılma gücünü artırma özelliğiyle kafein, patlayıcı güç gerektiren spor dallarında anaerobik kapasiteyi desteklemekte ve kasların hızlı kasılma gücünü artırarak performansı üst düzeye çıkarmaktadır. Aynı zamanda, kafein yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak kullanılmasını teşvik ederek glikojen depolarının korunmasını sağlar; bu durum, sporcuların enerji kaynaklarını daha verimli kullanarak egzersiz süresince dayanıklılıklarını korumalarına olanak tanır. Kafeinin sporlardaki algılanan yorgunluğu azaltıcı etkisi de mental dayanıklılık ve motivasyonu güçlendirerek performansa doğrudan katkı sağlar. Bireyler arasındaki genetik farklılıklara bağlı olarak kafeinin etkileri değişiklik gösterse de, genel olarak kas hasarını azaltıcı, toparlanmayı hızlandırıcı ve antioksidan özellikleriyle serbest radikal oluşumunu önleyici etkileri olduğu bilinmektedir. Tüm bu fizyolojik etkiler göz önüne alındığında, kafein dayanıklılık, hız ve güç gerektiren spor branşlarında sporcuların performansını en üst düzeye çıkarmada önemli bir ergojenik destek olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dayanıklılık, Enerji Metabolizması, Ergojenik Destek, Kafein, Kas Performansı,

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF CAFFEINE ON ATHLETES

ABSTRACT

Caffeine is widely used as an ergogenic aid among athletes due to its performance-enhancing properties. Physiologically, caffeine stimulates the central nervous system, increasing alertness, supporting muscle strength, and improving energy metabolism. In endurance sports, caffeine optimizes oxygen usage by increasing maximum oxygen uptake capacity (VO₂ max); this delays fatigue and sustains endurance performance, offering a critical advantage for athletes during prolonged exercises. With its ability to enhance muscle contraction strength, caffeine supports anaerobic capacity in sports requiring explosive power

and boosts performance by increasing the power and speed of muscle contractions. Additionally, caffeine promotes the use of fatty acids as an energy source, helping to preserve glycogen stores, which allows athletes to utilize their energy sources more efficiently and maintain endurance throughout exercise. Caffeine's effect on perceived fatigue is also significant, as it strengthens mental endurance and motivation, thereby directly contributing to performance. Although caffeine's effects may vary due to genetic differences among individuals, it is generally known to reduce muscle damage, accelerate recovery, and prevent free radical formation with its antioxidant properties. Considering all these physiological effects, caffeine is regarded as a critical ergogenic aid for maximizing performance in endurance, speed, and power-dependent sports.

Keywords: Caffeine, Endurance, Energy Metabolism, Ergogenic Aid, Muscle Performance

CAFFEINE

Caffeine is an alkaloid xanthine derivative (1,3,7-trimethylxanthine) found in and added to a wide variety of foods and beverages (Fisher et al., 1986; Van Soeren et al., 1993). Most caffeinated beverages consumed worldwide contain caffeine extracted from coffee beans or tea leaves; however, caffeine is also present in chocolate derived from cacao beans. Coffee and tea contain many other chemicals with potentially bioactive properties, including other alkaloids (theobromine, paraxanthine, theophylline), polyphenols tannins and flavonoids (chlorogenic acid) (Del Coso, Portillo, et al., 2013). Caffeine has been consumed for centuries in various foods and beverages due to its perceived work-enhancing (ergogenic) and alertness-promoting effects. Additionally, in nonhabitual consumers, caffeine can exhibit dose-dependent effects such as tachycardia (increased heart rate), a slight elevation in blood pressure, diuresis (increased urine output) and fine tremors. Caffeine is also commonly found in a variety of foods, beverages, and medications (McNerney et al., 2014; Tarnopolsky, 1994; Van Soeren et al., 1993; M. H. Williams & Branch, 1998). By stimulating the central nervous system, caffeine can increase alertness and reduce fatigue; it also affects other physiological systems, including the circulatory and respiratory systems. When consumed at the correct dose, caffeine can provide some potential health benefits. Caffeine has a long history of use in human cultures and was widely used in ancient civilizations. Coffee gained popularity in Europe in the 16th century due to beliefs that it alleviated headaches, digestive issues, and fatigue. With the spread of caffeine containing beverages in the 18th century, caffeine became a popular substance in Europe and America (Çıldır et al., 2021; Lara et al., 2014; Ziyaiyan et al., 2023).

Once consumed, caffeine is rapidly absorbed, and its effects on the central nervous system begin to manifest. Due to its structural similarity to adenosine, caffeine binds to adenosine receptors, acting as an antagonist and reducing perceptions of pain and fatigue. It also stimulates the release of neurotransmitters such as epinephrine and norepinephrine, which enhance alertness and cognitive functions. Additionally, caffeine increases the release of beta-endorphin, a hormone known for its pain-relieving effects. By elevating the circulating levels of glucose and fatty acids, caffeine can supply energy during endurance exercises and thus improve performance (Fisher et al., 1986; Landolt et al., 2004; Stratton et al., 2022).

Caffeine exerts stimulating effects on the central nervous, cardiovascular, and endocrine systems. Particularly in those who consume caffeine infrequently, it has been observed to increase blood pressure, β -endorphin release, plasma catecholamine levels, and gastric acid secretion. Moreover, depending on the frequency of consumption, caffeine may impact sleep patterns, emotional state, and anxiety levels. Caffeine also has notable effects on athletic performance. Studies indicate that caffeine helps conserve glycogen stores during endurance exercises, thereby delaying the onset of fatigue and extending exercise duration. There is also evidence that caffeine enhances strength and power performance. For example, consuming caffeine before weight training has been shown to improve neuromuscular function, maximizing voluntary muscle contraction and muscle strength (Duncan et al., 2012; Ganio et al., 2009; Spriet, 1995). The form of caffeine consumption can alter its effects. Caffeine is now available in various forms, including powders, tablets, capsules, gels, and gums. When taken as a gum, it can be absorbed through buccal receptors, stimulating the central nervous system faster than other forms. Dosage also significantly impacts caffeine's effects; very high doses can negatively affect reaction time and coordination (Niknam et al., 2024; Pallarés et al., 2013).

CAFFEINE'S EFFECTS

Various studies have shown that caffeine can positively impact strength performance. The hypothesis that caffeine may contribute to strength gains, particularly in trained individuals, is well-supported in the literature. Caffeine and placebo groups were administered the same strength protocol one week apart, and caffeine was found to increase strength performance compared to the placebo. These findings suggest that caffeine could be a valuable aid for athletes aiming to enhance their strength performance. Caffeine has been found to increase peak power output and total work in female team sport athletes. Castillo reported that after consuming 6 mg/kg of liquid caffeine, peak and average power values increased in a bicycle ergometer test. Caffeine intake enhanced peak power output during repeated Wingate tests. Overall, these studies suggest that caffeine may improve strength performance in specific populations and could be considered a potential ergogenic aid for individuals with performance goals (Castillo et al., 2019; Greer et al., 1998; McCormack & Hoffman, 2012; Norum et al., 2020). In contrast, some studies have found no significant effects of caffeine on strength performance. For instance, in a study administering 7 mg/kg of caffeine or placebo to nine healthy, sedentary male participants during a short, high-intensity exercise, no statistically significant differences were observed between caffeine and placebo groups in peak power, total work, or power fatigue index. The authors suggested that caffeine intake did not enhance power production or increase fatigue duration (Graham et al., 1998; Maher et al., 2007; M. H. Williams & Branch, 1998).

A study examining the effects of caffeine and ephedra on muscle strength found no significant differences in strength among the placebo, caffeine, and caffeine+ephedra groups, suggesting that higher doses may be necessary to achieve notable results (Williams et al., 2008). Additionally, the role of gender in caffeine's effect on muscle strength has been investigated. 5 mg/kg of caffeine was administered to 10 male and 8 female trained participants, and its effects on upper and lower body strength were assessed. Bench press performance increased by 5.91% in men and by 10.69% in women. However, no significant differences were found in lower

body strength tests. While men showed a trend towards increased lower body strength, women experienced a slight performance decline. This study concluded that caffeine enhances upper body performance but that the effects on lower body strength remain inconclusive and require further investigation (Sabblah et al., 2015). 17 participants were given 6 mg/kg of caffeine, and after 60 minutes, they performed maximal 10-repetition bench press and leg press tests. The results showed a statistically significant increase in repetitions for the caffeine group in the third set of the leg press compared to control and placebo groups, while no significant difference was observed in the bench press results. These findings suggest that caffeine may delay fatigue and diminish pain perception during high-intensity resistance exercises (Green et al., 2007). Another study investigated caffeine's effects on muscular endurance during resistance exercises. Sixteen trained male athletes were administered caffeine and placebo before performing bench press and leg press exercises. The caffeine group performed significantly more repetitions on the leg press compared to the placebo group, though no significant difference was observed in the bench press exercise (Astorino & Roberson, 2010). These studies suggest that caffeine's impact on muscular endurance may vary according to dosage, type, and duration of exercise, as well as individual factors such as body weight and caffeine tolerance (Cristina-Souza et al., 2022; Fredholm et al., 2005; Varani et al., 1999). 21 studies examining caffeine's effects on endurance performance across different sports, concluding that caffeine generally enhanced endurance but noting that results varied according to dose, individual differences, and method of administration (Ganio et al., 2009).

Caffeine is also seen as a potential ergogenic aid for short, high-intensity activities, especially for sprint performance. Mechanisms underpinning this include caffeine's ability to reduce perceived effort, increase tolerance to fatigue, enhance muscle contraction, and improve focus (Grgic & Mikulic, 2017). These effects can be advantageous in sports that are decided in seconds, where small improvements in performance can be critical. However, studies on caffeine's impact on sprint performance present varied results. Some research indicates improved sprint times following caffeine intake, while other studies report no significant change or even negative effects. Rugby players and found that caffeine-containing energy drinks significantly improved sprint performance during an international rugby match, suggesting that caffeine supplementation may be beneficial in sports requiring high-intensity, intermittent sprinting (Del Coso, Ramírez, et al., 2013). 6 mg/kg of caffeine taken before a 400-meter sprint resulted in significant performance improvements in both single and repeated sprints compared to placebo. This research supports caffeine's role in enhancing sprint performance, particularly in short-duration, high-intensity activities (Glaister et al., 2008). Variability in sprint performance research may stem from differences in study protocols, participant characteristics, caffeine dosage, timing of intake, and individual tolerance. Consequently, while caffeine is widely used in sports demanding power and explosiveness, such as sprinting, its side effects, including insomnia, increased anxiety, and gastrointestinal issues, must be considered. The diverse individual responses to caffeine make it essential to weigh the potential benefits against the risks before use (Grgic et al., 2019; Jagim et al., 2023; Karayigit et al., 2022; Lane et al., 2013).

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Caffeine is considered a potent ergogenic aid, supporting athletic performance through its physiological, neurological, and metabolic effects. While many studies indicate that caffeine positively influences endurance, strength, and speed-based performance, some findings in the literature do not fully align. It appears that individual variability, intake form, tolerance, and timing play critical roles in the effectiveness of caffeine on performance. Faster-absorbing forms are noted to be effective for short, high-intensity exercise, while slower-absorbing forms, such as capsules or coffee, may benefit endurance-related activities. For athletes considering caffeine supplementation, it is important to carefully plan intake timing based on personal tolerance levels. To maximize the benefits of caffeine supplementation and minimize potential side effects, athletes are recommended to develop an individualized usage plan aligned with their training and competition schedules, seek expert guidance, and practice controlled intake.

REFERENCES

- Astorino, T. A., & Roberson, D. W. (2010). Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(1), 257–265. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f88a>
- Castillo, D., Domínguez, R., Rodríguez-Fernández, A., & Raya-González, J. (2019). Effects of Caffeine Supplementation on Power Performance in a Flywheel Device: A Randomised, Double-Blind Cross-Over Study. *Nutrients*, *11*(2). <https://doi.org/10.3390/NU11020255>
- Çıldır, B., Altın, B., & Aksoy, S. (2021). Caffeine Enhances the Balance System and Postural Balance in Short Time in Healthy Individuals. *Turkish Archives of Otorhinolaryngology*, *59*(4), 253–260. <https://doi.org/10.4274/TAO.2021.2021-4-17>
- Cristina-Souza, G., Santos, P. S., Santos-Mariano, A. C., Coelho, D. B., Rodacki, A., De-Oliveira, F. R., Bishop, D. J., Bertuzzi, R., & Lima-Silva, A. E. (2022). Caffeine Increases Endurance Performance via Changes in Neural and Muscular Determinants of Performance Fatigability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *54*(9), 1591–1603. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002944>
- Del Coso, J., Portillo, J., Muñoz, G., Abián-Vicén, J., Gonzalez-Millán, C., & Muñoz-Guerra, J. (2013). Caffeine-containing energy drink improves sprint performance during an international rugby sevens competition. *Amino Acids*, *44*(6), 1511–1519. <https://doi.org/10.1007/S00726-013-1473-5>
- Del Coso, J., Ramírez, J. A., Muñoz, G., Portillo, J., Gonzalez-Millán, C., Muñoz, V., Barbero-Álvarez, J. C., & Muñoz-Guerra, J. (2013). Caffeine-containing energy drink improves physical performance of elite rugby players during a simulated match. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *38*(4), 368–374. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0339>
- Duncan, M. J., Smith, M., Cook, K., & James, R. S. (2012). The acute effect of a caffeine-containing energy drink on mood state, readiness to invest effort, and resistance exercise to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(10), 2858–2865. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318241E124>
- Fisher, S. M., McMurray, R. G., Berry, M., Mar, M. H., & Forsythe, W. A. (1986). Influence of caffeine on exercise performance in habitual caffeine users. *International Journal of Sports Medicine*, *7*(5), 276–280. <https://doi.org/10.1055/S-2008-1025774>
- Fredholm, B. B., Chen, J. F., Cunha, R. A., Svenningsson, P., & Vaugeois, J. M. (2005).

- Adenosine and Brain Function. *International Review of Neurobiology*, 63, 191–270. [https://doi.org/10.1016/S0074-7742\(05\)63007-3](https://doi.org/10.1016/S0074-7742(05)63007-3)
- Ganio, M. S., Klau, J. F., Casa, D. J., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (2009). Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 315–324. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818b979a>
- Glaister, M., Howatson, G., Abraham, C. S., Lockey, R. A., Goodwin, J. E., Foley, P., & McInnes, G. (2008). Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(10), 1835–1840. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E31817A8AD2>
- Graham, T. E., Hibbert, E., & Sathasivam, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *Journal of Applied Physiology*, 85(3), 883–889. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.3.883>
- Green, J. M., Wickwire, P. J., McLester, J. R., Gendle, S., Hudson, G., Pritchett, R. C., & Laurent, C. M. (2007). Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(3), 250–259.
- Greer, F., McLean, C., & Graham, T. E. (1998). Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 85(4), 1502–1508. <https://doi.org/10.1152/JAPPL.1998.85.4.1502>
- Grgic, J., & Mikulic, P. (2017). Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 1029–1036. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1330362>
- Grgic, J., Mikulic, P., Schoenfeld, B. J., Bishop, D. J., & Pedisic, Z. (2019). The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. *Sports Medicine*, 49(1), 17–30. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0997-y>
- Jagim, A. R., Harty, P. S., Tinsley, G. M., Kerksick, C. M., Gonzalez, A. M., Kreider, R. B., Arent, S. M., Jager, R., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Campbell, B. I., VanDusseldorp, T., & Antonio, J. (2023). International society of sports nutrition position stand: energy drinks and energy shots. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2171314>
- Karayigit, R., Forbes, S. C., Osmanov, Z., Yilmaz, C., Yasli, B. C., Naderi, A., Buyukcelebi, H., Benesova, D., Gabrys, T., & Esen, O. (2022). Low and Moderate Doses of Caffeinated Coffee Improve Repeated Sprint Performance in Female Team Sport Athletes. *Biology*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/biology11101498>
- Landolt, H. P., Rétey, J. V., Tönz, K., Gottselig, J. H., Khatami, R., Buckelmüller, I., & Achermann, P. (2004). Caffeine attenuates waking and sleep electroencephalographic markers of sleep homeostasis in humans. *Neuropsychopharmacology*, 29(10), 1933–1939. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300526>
- Lane, S. C., Areta, J. L., Bird, S. R., Coffey, V. G., Burke, L. M., Desbrow, B., Karagounis, L. G., & Hawley, J. A. (2013). Caffeine ingestion and cycling power output in a low or normal muscle glycogen state. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(8), 1577–1584. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828af183>

- Lara, B., Gonzalez-Millán, C., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Areces, F., Barbero-Alvarez, J. C., Muñoz, V., Portillo, L. J., Gonzalez-Rave, J. M., & Del Coso, J. (2014). Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids*, 46(5), 1385–1392. <https://doi.org/10.1007/s00726-014-1709-z>
- Maher, C. A., Williams, M. T., Olds, T., & Lane, A. E. (2007). Physical and sedentary activity in adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(6), 450–457.
- McCormack, W. P., & Hoffman, J. R. (2012). Caffeine, energy drinks, and strength-power performance. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4), 11–16.
- McNerney, K. M., Coad, M. Lou, & Burkard, R. F. (2014). The influence of caffeine on the sensory organization test. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(6), 576–583. <https://doi.org/10.3766/jaaa.25.6.2>
- Niknam, A., Abdullahi, M. H., Hemmatinavar, M., Alaeifar, A. H., & Koushkie Jahromi, M. (2024). Low and High Doses of Espresso Coffee Improve Repeated Sprint Performance and Eye-Hand Coordination Following Fatigue Status in Male Basketball Players. *Current Developments in Nutrition*, 8(9). <https://doi.org/10.1016/J.CDNUT.2024.104427>
- Norum, M., Risvang, L. C., Bjørnsen, T., Dimitriou, L., Rønning, P. O., Bjørgen, M., & Raastad, T. (2020). Caffeine increases strength and power performance in resistance-trained females during early follicular phase. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(11), 2116–2129. <https://doi.org/10.1111/SMS.13776>
- Pallarés, J. G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Muñoz, G., Muñoz-Guerra, J., & Mora-Rodríguez, R. (2013). Neuromuscular responses to incremental caffeine doses: Performance and side effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2184–2192. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829a6672>
- Sabblah, S., Dixon, D., & Bottoms, L. (2015). Sex differences on the acute effects of caffeine on maximal strength and muscular endurance. *Comparative Exercise Physiology*, 11(2), 89–94.
- Spriet, L. L. (1995). Caffeine and performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 5(SUPPL.). <https://doi.org/10.1123/ijsn.5.s1.s84>
- Stratton, M. T., Siedler, M. R., Harty, P. S., Rodriguez, C., Boykin, J. R., Green, J. J., Keith, D. S., White, S. J., DeHaven, B., Williams, A. D., & Tinsley, G. M. (2022). The influence of caffeinated and non-caffeinated multi-ingredient pre-workout supplements on resistance exercise performance and subjective outcomes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 126–149. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2060048>
- Tarnopolsky, M. A. (1994). Caffeine and endurance performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 18(2), 109–125. <https://doi.org/10.2165/00007256-199418020-00004>
- Van Soeren, M. H., Sathasivam, P., Spriet, L. L., & Graham, T. E. (1993). Caffeine metabolism and epinephrine responses during exercise in users and nonusers. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 75(2), 805–812. <https://doi.org/10.1152/JAPPL.1993.75.2.805>
- Varani, K., Portaluppi, F., Merighi, S., Ongini, E., Belardinelli, L., & Borea, P. A. (1999). Caffeine alters A2A adenosine receptors and their function in human platelets. *Circulation*, 99(19), 2499–2502. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.99.19.2499>

- Williams, A. D., Cribb, P. J., Cooke, M. B., & Hayes, A. (2008). The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 464–470. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181660320>
- Williams, M. H., & Branch, J. D. (1998). Creatine supplementation and exercise performance: An update. *Journal of the American College of Nutrition*, 17(3), 216–234. <https://doi.org/10.1080/07315724.1998.10718751>
- Ziyaiyan, A., Shabkhiz, F., & Hofmeister, M. (2023). Supplementation of caffeine and sodium bicarbonate together could not improve performance and performance-related factors in CrossFit participants: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2206390>

SPORCULARDA METİLASYON DÖNGÜSÜNÜN ÖNEMİ

Öğr. Gör. Dr. Mehmet Alperen ÜSTÜNER¹, Öğr. Gör. Dr. Muhammed YILDIZ²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
alperenustuner@artvin.edu.tr - ORCID:0000-0001-5583-7586

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
fzt.myildiz@artvin.edu.tr - ORCID: 0000-0002-6639-970X

ÖZET

Metilasyon döngüsü, dayanıklılık, güç ve hız gerektiren spor dallarındaki sporcuların fizyolojik performansını, iyileşme sürecini ve metabolik dengesini etkileyen kritik bir biyokimyasal süreçtir. S-adenosil metiyonin tarafından sağlanan metil grupları, DNA, RNA, protein ve lipidlere aktarılırken; bu döngü, gen ekspresyonu ve epigenetik düzenleme aracılığıyla sporcuların enerji metabolizması, kas gelişimi, toparlanma ve stres adaptasyonu üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Dayanıklılık sporcuları (maraton koşucuları, triatlon gibi) için metilasyon döngüsü, enerji verimliliği ve oksijen taşıma kapasitesini optimize ederken; hız ve patlayıcı güç sporlarıyla ilgilenen sporcularda (sprint koşucuları, yüzücüler gibi) kas kasılma hızını ve gücünü artırmada rol oynar. Güç sporcuları (halterciler, vücut geliştiriciler) ise, bu döngü sayesinde protein sentezini ve kas hipertrofini destekleyerek antrenman yoğunluğuna daha dayanıklı hale gelirler. Folat, B12 ve B6 vitaminlerinin yeterli düzeyde alımı, metilasyon döngüsünü destekleyerek sporcuların enerji metabolizmasını ve kas toparlanma süreçlerini düzenler. Metilasyon döngüsünün sağlıklı işleyişi, özellikle dayanıklılık sporcularında oksidatif stresle başa çıkmaya yardımcı olurken, hız ve güç gerektiren branşlardaki sporcular için kas onarımını hızlandırır ve antrenman sonrası yorgunluğu azaltır. Antrenman yoğunluğuna ve spor dalına göre metilasyon döngüsünün düzenlenmesi, sadece fizyolojik dayanıklılığı artırmakla kalmaz; aynı zamanda mental dayanıklılığı da yükselterek sporcuların daha güçlü bir motivasyonla performans göstermesini sağlar. Döngüdeki aksaklıklar, sporcuların kas dayanıklılığı, mental direnci ve bağışıklık fonksiyonlarını zayıflatabileceği için, özellikle kişiye özel beslenme ve antrenman programları ile metilasyon döngüsünün optimize edilmesi sporcularda hem kısa hem de uzun vadeli başarılar açısından büyük önem taşır.

Anahtar Kelimeler: Metilasyon, Fiziksel Performans, Spor, Kas.

THE IMPORTANCE OF THE METHYLATION CYCLE IN ATHLETES

ABSTRACT

The methylation cycle is a crucial biochemical process that significantly influences the physiological performance, recovery, and metabolic balance of athletes, particularly those participating in endurance, strength, and speed-demanding sports. This cycle, which delivers methyl groups via S-adenosylmethionine for the methylation of DNA, RNA, proteins, and lipids, exerts profound effects on energy metabolism, muscle development, recovery, and stress adaptation in athletes through mechanisms involving gene expression and epigenetic regulation. For endurance athletes (marathon runners, triathletes), the methylation cycle enhances energy

efficiency and oxygen transport capacity. For those engaged in speed and power-based sports (sprinters, swimmers), it improves muscle contraction speed and strength. In strength-oriented disciplines (weightlifting, bodybuilding), the cycle facilitates protein synthesis and muscle hypertrophy, allowing athletes to sustain higher training intensities. Adequate levels of folate, vitamin B12, and vitamin B6 are essential to support this cycle, which plays a vital role in energy metabolism and muscle recovery. A properly functioning methylation cycle assists endurance athletes in mitigating oxidative stress, while for speed and power athletes, it promotes rapid muscle repair and alleviates post-exercise fatigue. Tailoring the methylation cycle to match specific training intensities and sports disciplines not only improves physiological endurance but also enhances mental resilience, empowering athletes with greater motivation. Disruptions in this cycle can compromise muscular endurance, mental fortitude, and immune function, emphasizing the necessity for personalized nutrition and training strategies to optimize the methylation cycle for both immediate and long-term athletic success.

Keywords: Methylation Cycle, Physical Performance, Sports, Muscle.

1. INTRODUCTION

1.1.METHYLATION

Methylation is a critical biological process that occurs billions of times per second in every cell of the human body, playing a pivotal role in maintaining overall health. This process involves the transfer of a methyl group (CH_3) to various substrates, including amino acids, proteins, enzymes, carbohydrates, lipids, and DNA, within all cells and tissues. A methyl group consists of three hydrogen atoms bound to a carbon atom and does not exist independently in the body; it is always attached to a molecule. During methylation, this group is transferred from one molecule to another (Özata & Keservuran, 2022). The importance of maintaining correct genomic methylation patterns is increasingly recognized, as they are essential for the proper function of cells and organs. Aberrant methylation patterns can lead to disorders such as intellectual disabilities, immune deficiencies, and hereditary cancers. By simultaneously silencing growth-regulatory genes and destabilizing entire chromosomes, methylation defects contribute to the chaotic cellular environment that fosters cancer cell evolution. Importantly, these defects are present before malignancies become apparent, indicating that they are not merely a consequence of dysregulated cancer cells (Costello & Plass, 2001). The majority of methylation activity in the body supports the synthesis of creatine and phosphatidylcholine, while approximately 10% is utilized in various other biochemical reactions, including the degradation of dopamine, histamine, and other neurotransmitters, as well as events related to gene expression. Folate and vitamin B12 supply roughly half of the required methylation capacity, with the remainder supported by choline or betaine (Özata & Keservuran, 2022). Epigenetic DNA modifications, such as methylation and hydroxymethylation, are integral to the regulation of gene expression. Methylation involves the addition of a methyl (CH_3) group to the carbon atom of a cytosine base, whereas hydroxymethylation involves the addition of a hydroxymethyl (CH_2OH) group. These modifications typically occur in regions of the genome abundant in cytosine-guanine dinucleotides, known as CpG islands. CpG methylation, the most extensively studied epigenetic modification, is facilitated by DNA methyltransferases

(DNMTs). Conversely, demethylation the removal of methyl groups is mediated by growth arrest and DNA-damage-inducible protein 45 family enzymes or ten-eleven-translocation (TET) proteins (Suzuki & Bird, 2008).

Physical exercise induces significant metabolic and morphological adaptations, resulting in altered muscle phenotypes and enhanced performance in trained individuals. The underlying mechanisms through which exercise exerts its effects on athletes remain incompletely understood. While environmental factors, such as training regimens and diet, are critical, there is growing evidence to suggest that genetic factors also play a substantial role in athletic performance. Athletes may possess genetic predispositions that confer advantages in sports performance compared to non-athletes. Thus, genotype is a potential predictor of athletic ability and performance (Giaccaglia et al., 2008; Green et al., 1996; Yang et al., 2003). DNA methylation serves as an epigenetic regulatory mechanism that governs gene expression and profoundly influences physical performance and training responses in athletes. Differential methylation patterns can predispose genes to either enhanced or reduced transcriptional activation in response to exercise. Variations in methylation status may provide athletes with advantages in specific sports by impacting essential traits, including muscle development, energy efficiency, recovery processes, and endurance (Sharples et al., 2016).

Physical activity induces alterations in DNA methylation that vary depending on the type of sport. These modifications, influenced by the type and intensity of training, directly affect performance by regulating gene expression (Lindholm et al., 2016). Endurance sports, characterized by prolonged low-to-moderate intensity activity, benefit from hypomethylation in DNA methylation. This hypomethylation enhances endurance by modulating genes that optimize energy metabolism and oxygen utilization. In marathon runners, hypomethylation delays muscle fatigue and improves oxygen efficiency by promoting mitochondrial biogenesis. Consequently, energy efficiency and endurance are significantly enhanced in endurance athletes (Moberg et al., 2020).

1.2.EFFECT OF METHYLATION ON SPORTS

Studies on methylation have linked epigenetic DNA methylation to gene morphology. However, there is a limited body of research examining the effects of methylation-supporting compounds such as folate, vitamin B12, and betaine on athletes, specifically in the context of methylation (Marques et al., 2015).

Strength sports, which require explosive power and the engagement of large muscle groups, benefit from DNA methylation through the hypomethylation of genes involved in muscle protein synthesis and hypertrophy. For example, hypomethylation in muscle growth-related genes such as MYOD1 in weightlifters has been shown to accelerate muscle development and repair, thereby reducing recovery times. These epigenetic modifications are believed to optimize both muscle endurance and strength gains (Marques et al., 2015).

Sports emphasizing explosive power, such as sprinting, short-distance running, and swimming, have been associated with DNA methylation changes that enhance the energy production capacity of muscles. Hypomethylation in genes such as PDK4 and PPAR-d has been shown to increase energy production and improve sprinting performance.

Additionally, in speed-focused sports, DNA methylation is reported to facilitate faster muscle contractions and contribute positively to recovery times (Marques et al., 2015; Paulsen et al., 2010). Team sports, which demand a combination of endurance, speed, and explosive power, exhibit epigenetic changes in DNA methylation patterns of genes regulating both aerobic and anaerobic energy systems. Modifications in genes such as PGC-1 α , which supports energy metabolism, are thought to maximize athletic performance and enhance recovery processes in team-based sports (Nieman et al., 2009).

Most research investigating the effects of exercise on DNA methylation has focused on the impact of acute aerobic exercise (Gjevestad et al., 2017; Li, 2003; Moberg et al., 2020; Nitert et al., 2012), with fewer studies addressing the epigenetic outcomes of acute (Bagley et al., 2020; Seaborne et al., 2018) and chronic resistance training (Denham et al., 2016; Seaborne et al., 2018). A comparative study of both exercise modalities found that methylome responses to aerobic and resistance exercise are regulated by distinct molecular pathways (Rowlands et al., 2014). However, both exercise types are associated with changes in the methylation of genes linked to inflammatory pathways, indicating that DNA methylation might be a mechanism mediating exercise's effects on inflammation. For instance, acute eccentric strength exercise has been shown to alter the methylation of IL6 and TNF in skeletal muscle and leukocytes. Nevertheless, neither resistance training nor folate supplementation appeared to further modify methylation profiles (Hunter et al., 2023).

In a study by Ercan T. et al., the relationship between MMP-3 gene promoter methylation and the risk of Achilles tendonitis in endurance athletes was not examined in depth. However, they suggested that hypomethylation of the MMP-3 promoter might play a role in the development of Achilles tendonitis. The researchers also highlighted the potential link between physical activity, sedentary behavior, and DNA methylation as pathways leading to chronic disease development. They emphasized the need for further studies to determine whether DNA methylation is a biological mechanism connecting physical activity and sedentary lifestyles to the risk of chronic diseases (Tural et al., 2023; Van Roekel et al., 2019). Zhong et al. investigated the effects of aerobic exercise (AE) and folate (FA) supplementation on plasma homocysteine (Hcy) levels and the progression of atherosclerosis in a rat model. Their findings indicated that folate supplementation effectively reduced homocysteine levels in cases of atherosclerosis induced by hyperhomocysteinemia. They further emphasized that AE and FA supplementation confer benefits for atherosclerosis through distinct mechanisms (Zhong et al., 2023). Katlen and Melinda, in their study on exercise and B vitamins, reported that physical activity might increase the requirements for riboflavin and vitamin B6, while the evidence for folate and vitamin B12 was more limited. They recommended that athletes with suboptimal dietary habits, particularly those restricting caloric intake or excluding specific food groups, consider the use of multivitamin/mineral supplements (Krzywański et al., 2020).

In recent years, multi-ingredient pre-workout supplements have gained popularity among athletes, with betaine emerging as a prominent component, both as a standalone ingredient and as part of pre-workout formulations. Ines Guinaga et al. concluded that

betaine supplementation could enhance the performance of professional football players (Aguinaga-Ontoso et al., 2023). Leena and Thomas highlighted the therapeutic potential of betaine in neurological conditions, including epilepsy and neurodegenerative disorders, and noted that its benefits for athletic performance could support its use as a prophylactic against concussions (Knight & Knight, 2023). Similarly, Emilia et al. demonstrated that betaine supplementation improves cross-fit performance and increases testosterone levels (Zawieja et al., 2023). Hadi Nobari et al. suggested that betaine supplementation might serve as an effective nutritional strategy for improving and maintaining athletic performance during competitive football seasons (Nobari et al., 2021).

2. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Methylation is a critical biochemical process essential for maintaining health, occurring billions of times per second in every cell of the human body. This process involves the transfer of a methyl group to various substrates, including amino acids, proteins, carbohydrates, lipids, and DNA. During methylation, a methyl group is transferred from one molecule to another, enabling the recipient molecule to carry out specific biological functions. Single-carbon metabolism encompasses interconnected pathways, such as the folate and methionine cycles, which provide one-carbon units, or methyl groups, for the synthesis of DNA, polyamines, amino acids, creatine, and phospholipids. Additionally, the methylation of toxic compounds facilitates their removal from the body.

Methylation is integral to immune support, inflammation reduction, neurotransmitter hormone synthesis, and DNA synthesis and repair. S-adenosylmethionine acts as a primary donor of aminopropyl and methyl groups within the methylation cycle. In the scientific literature, the methylation cycle is closely linked to epigenetic DNA modifications. Consequently, studies on methylation often emphasize DNA methylation, particularly when assessing differences among athletes. Disruptions in the methylation cycle can impair muscular endurance, mental resilience, and immune function in athletes. Therefore, optimizing the methylation cycle is crucial for achieving both short- and long-term success in athletic performance. Personalized nutrition and training programs are particularly effective in ensuring proper methylation cycle function. Folate, vitamin B12, and betaine, an amino acid derivative, are known to support the methylation cycle. Investigating the impact of these nutrients on epigenetic mechanisms in athletes could provide valuable insights into their role in performance optimization. Future research should explore the effects of compounds, intermediate metabolites, and pathways involved in the methylation cycle on athletic performance, recovery, and overall health.

REFERENCES

- Aguinaga-Ontoso, I., Guillen-Aguinaga, S., Guillen-Aguinaga, L., Alas-Brun, R., & Guillen-Grima, F. (2023). Effects of nutrition interventions on athletic performance in soccer players: a systematic review. *Life*, 13(6), 1271.
- Bagley, J. R., Burghardt, K. J., McManus, R., Howlett, B., Costa, P. B., Coburn, J. W., Arevalo, J. A., Malek, M. H., & Galpin, A. J. (2020). Epigenetic responses to acute resistance exercise in trained vs. sedentary men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*,

34(6), 1574–1580.

- Costello, J. F., & Plass, C. (2001). Methylation matters. *Journal of Medical Genetics*, 38(5), 285–303.
- Denham, J., Marques, F. Z., Bruns, E. L., O'Brien, B. J., & Charchar, F. J. (2016). Epigenetic changes in leukocytes after 8 weeks of resistance exercise training. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 1245–1253.
- Giaccaglia, V., Nicklas, B., Kritchevsky, S., Mychalecky, J., Messier, S., Bleecker, E., & Pahor, M. (2008). Interaction between angiotensin converting enzyme insertion/deletion genotype and exercise training on knee extensor strength in older individuals. *International Journal of Sports Medicine*, 29(01), 40–44.
- Gjevestad, G. O., Hamarsland, H., Raastad, T., Ottestad, I., Christensen, J. J., Eckardt, K., Drevon, C. A., Biong, A. S., Ulven, S. M., & Holven, K. B. (2017). Gene expression is differentially regulated in skeletal muscle and circulating immune cells in response to an acute bout of high-load strength exercise. *Genes & Nutrition*, 12, 1–11.
- Green, A., Sjølie, A. K., & Eshøj, O. (1996). Trends in the Epidemiology of IDDM During 1970–2020 in Fyn County, Denmark. *Diabetes Care*, 19(8), 801–806. <https://doi.org/10.2337/DIACARE.19.8.801>
- Hunter, D. J., James, L. S., Hussey, B., Ferguson, R. A., Lindley, M. R., & Mastana, S. S. (2023). Impacts of eccentric resistance exercise on DNA methylation of candidate genes for inflammatory cytokines in skeletal muscle and leukocytes of healthy males. *Genes*, 14(2), 478.
- Knight, L. S., & Knight, T. A. (2023). Making the case for prophylactic use of betaine to promote brain health in young (15–24 year old) athletes at risk for concussion. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1214976.
- Krzywański, J., Mikulski, T., Pokrywka, A., Młyńczak, M., Krysztofiak, H., Frączek, B., & Ziemia, A. (2020). Vitamin B12 status and optimal range for hemoglobin formation in elite athletes. *Nutrients*, 12(4), 1038.
- Li, Y.-P. (2003). TNF- α is a mitogen in skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 285(2), C370–C376.
- Lindholm, M. E., Giacomello, S., Werne Solnestam, B., Fischer, H., Huss, M., Kjellqvist, S., & Sundberg, C. J. (2016). The impact of endurance training on human skeletal muscle memory, global isoform expression and novel transcripts. *PLoS Genetics*, 12(9), e1006294.
- Marques, C. G., Santos, V. C., Levada-Pires, A. C., Jacintho, T. M., Gorjão, R., Pithon-Curi, T. C., & Cury-Boaventura, M. F. (2015). Effects of DHA-rich fish oil supplementation on the lipid profile, markers of muscle damage, and neutrophil function in wheelchair basketball athletes before and after acute exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(6), 596–604.
- Moberg, M., Lindholm, M. E., Reitzner, S. M., Ekblom, B., Sundberg, C.-J., & Psilander, N.

- (2020). Exercise Induces Different Molecular Responses in Trained and Untrained Human Muscle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(8), 1679–1690.
- Nieman, D. C., Henson, D. A., McAnulty, S. R., Jin, F., & Maxwell, K. R. (2009). n-3 polyunsaturated fatty acids do not alter immune and inflammation measures in endurance athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(5), 536–546.
- Nitert, M. D., Dayeh, T., Volkov, P., Elgzyri, T., Hall, E., Nilsson, E., Yang, B. T., Lang, S., Parikh, H., & Wessman, Y. (2012). Impact of an exercise intervention on DNA methylation in skeletal muscle from first-degree relatives of patients with type 2 diabetes. *Diabetes*, 61(12), 3322–3332.
- Nobari, H., Cholewa, J. M., Castillo-Rodríguez, A., Kargarfard, M., & Pérez-Gómez, J. (2021). Effects of chronic betaine supplementation on performance in professional young soccer players during a competitive season: a double blind, randomized, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 67.
- Özata, M., & Keservuran, G. (2022). *Metilasyonu Düzelt Sağlığına Kavuş*. Efe Akademi Yayınları.
- Paulsen, G., Cramer, R., Benestad, H. B., Fjeld, J. G., Mørkrid, L., Hallén, J., & Raastad, T. (2010). Time course of leukocyte accumulation in human muscle after eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 75–85.
- Rowlands, D. S., Page, R. A., Sukala, W. R., Giri, M., Ghimbovski, S. D., Hayat, I., Cheema, B. S., Lys, I., Leikis, M., & Sheard, P. W. (2014). Multi-omic integrated networks connect DNA methylation and miRNA with skeletal muscle plasticity to chronic exercise in Type 2 diabetic obesity. *Physiological Genomics*, 46(20), 747–765.
- Seaborne, R. A., Strauss, J., Cocks, M., Shepherd, S., O'Brien, T. D., Van Someren, K. A., Bell, P. G., Murgatroyd, C., Morton, J. P., & Stewart, C. E. (2018). Human skeletal muscle possesses an epigenetic memory of hypertrophy. *Scientific Reports*, 8(1), 1898.
- Sharples, A. P., Stewart, C. E., & Seaborne, R. A. (2016). Does skeletal muscle have an 'epi'-memory? The role of epigenetics in nutritional programming, metabolic disease, aging and exercise. *Aging Cell*, 15(4), 603–616.
- Suzuki, M. M., & Bird, A. (2008). DNA methylation landscapes: provocative insights from epigenomics. *Nature Reviews Genetics*, 9(6), 465–476.
- Tural, E., Celik, Z. B., Tekcan, E., & Tural, S. (2023). Association of Matrix Metalloproteinase-3 (MMP-3) Gene Methylation Status with the Risk of Developing Achilles Tendonitis: A Preliminary Study. *Van Tıp Dergisi*, 30(1).
- Van Roekel, E. H., Dugue, P.-A., Jung, C.-H., Joo, J. E., Makalic, E., Wong, E. M., English, D. R., Southey, M. C., Giles, G. G., & Lynch, B. M. (2019). Physical activity, television viewing time, and DNA methylation in peripheral blood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(3), 490–498.
- Yang, N., MacArthur, D. G., Gulbin, J. P., Hahn, A. G., Beggs, A. H., Eastaugh, S., & North, K.



(2003). ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *The American Journal of Human Genetics*, 73(3), 627–631.

Zawieja, E., Durkalec-Michalski, K., Sadowski, M., Główna, N., & Chmurzynska, A. (2023). Betaine supplementation improves CrossFit performance and increases testosterone levels, but has no influence on Wingate power: randomized crossover trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2231411.

Zhong, X., He, R., You, S., Liu, B., Wang, X., & Mao, J. (2023). The roles of aerobic exercise and folate supplementation in hyperhomocysteinemia-accelerated atherosclerosis. *Acta Cardiologica Sinica*, 39(2), 309.

STABILITY OF A RATIO-DEPENDENT PREY-PREDATOR MODEL WITH GENERALIZED PIECEWISE CONSTANT TIME DELAY

Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN

Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Isparta, Türkiye,

duyguarugaslan@sdu.edu.tr - [0000-0003-1867-0996](tel:0000-0003-1867-0996)

ABSTRACT

In the present study, we examine the discrete analogue of a ratio-dependent prey-predator model by employing generalized type piecewise constant argument for the discretization process. Through the application of this discretization approach, we derive a discrete system that keeps the fundamental characteristics of the continuous model while capturing the dynamics of prey-predator interactions more accurately in environments exhibiting discrete changes. We focus on existence and also uniqueness of the positive equilibrium for the discrete model under consideration and analyze its local asymptotic stability. Using the linearized stability theory, we establish conditions that guarantee the asymptotic stability of the positive equilibrium of the model, ensuring that the populations will converge to this positive equilibrium under certain parameter values. The results of this work offer a deeper understanding of discrete-time prey-predator systems.

Keywords: Ratio-dependent prey-predator model, Generalized piecewise constant delay, Stability.

1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Functional responses are critical in modeling and understanding prey-predator interactions and their effects on ecological dynamics and stability of ecosystems. Arditi and Ginzburg (1989) reinterpret the traditional prey-predator models, which typically take prey-dependent functional responses into account, by introducing the concept of ratio-dependent response. This approach provides a more realistic framework in which predator efficiency might decrease as their density increases due to factors like competition or interference among predators. The ratio-dependent prey-predator model they proposed is as follows

$$\begin{aligned}x' &= x \left(\alpha - \beta x - \frac{\theta y}{x + \mu y} \right), \\y' &= y \left(-\gamma + \frac{\rho x}{x + \mu y} \right),\end{aligned}\tag{1.1}$$

where the prey population x is a food source for the predator population y . In system (1.1), the model parameters α , β , θ , γ , ρ , and μ , which represent the prey's growth rate, the degree of competition between the members of prey species, the capture rate, the predator mortality rate, the conversion rate, and the half-saturation constant, respectively, are considered to be positive. When the populations have generations that do not overlap, the discrete-time models represented via difference equations are preferable to the models with continuous-time (Fan and Wang, 2002). In the context of this argument, Fan and Wang (2002) suggested a discrete version of the ratio-dependent prey-predator model (1.1). Fan and Wang (2002) used differential equations including greatest integer function as piecewise constant argument to obtain the discrete analogue of system (1.1) with variable model parameters. Assuming that average rates of growth in (1.1) vary at regular time intervals, they derived for $s \neq 0, 1, 2, \dots$, the following system

$$\begin{aligned} \frac{1}{x(s)} \frac{d(s)}{ds} &= \alpha([s]) - \beta([s])x([s]) - \frac{\theta([s])y([s])}{x([s]) + \mu([s])y([s])}, \\ \frac{1}{y(s)} \frac{dy(s)}{ds} &= -\gamma([s]) + \frac{\rho([s])y([s])}{x([s]) + \mu([s])y([s])}, \end{aligned} \quad (1.2)$$

where $[s] = i$ for $s \in [i, i + 1)$, $i \in \mathbb{N} = \{0, 1, 2, \dots\}$, typifies the greatest integer function. Expressions of this form are classified as differential equations with piecewise constant argument, which fall within difference equations and differential equations in the mathematical hierarchy. Thus, differential equations with piecewise constant arguments incorporate the characteristics of difference and differential equations. If (1.2) is integrated over the half open interval $[i, i + 1)$ for an arbitrary $i \in \mathbb{N}$, and subsequently the limit of the resulting system is taken as s approaches $i + 1$, the following system of two difference equations

$$\begin{aligned} x(i + 1) &= x(i) e^{\{\alpha(i) - \beta(i)x(i) - \frac{\theta(i)y(i)}{x(i) + \mu(i)y(i)}\}}, \\ y(i + 1) &= y(i) e^{\{-\gamma(i) + \frac{\rho(i)x(i)}{x(i) + \mu(i)y(i)}\}} \end{aligned} \quad (1.3)$$

is acquired as a discrete analogue of (1.1), which includes variable model parameters. Sufficient criteria that assures the presence of periodic solutions for system (1) have been obtained by Fan and Wang (2002).

The class of differential equations which include piecewise constant arguments has been investigated extensively because of their numerous uses in modeling, especially in systems where there exist changes at discrete intervals (Aftabizadeh et al., 1987; Wiener, 1993). These equations are frequently used to describe real processes in many fields, where the system evolves continuously within these intervals but experiences discrete shifts at the points where the argument function jumps. For example, processes that have both continuous evolution and

sudden changes can be observed in control systems, neural networks, biology, population dynamics, or economic models where certain parameters change at fixed intervals (Busenberg and Cooke, 1982; Dai and Singh, 1994; Gopalsamy and Liu, 1998; Muroya, 2002; Wang and Wu, 2006; Wiener and Lakshmikantham, 2000; Yang, 2006).

For differential equations including the greatest integer function as piecewise constant argument, the distance between the shifting points is always the same. Noticing that piecewise constant arguments of this kind need further generalization to model more complex behaviors, Akhmet (2007) introduced the notion of differential equations involving generalized piecewise constant arguments. These equations make allowances for more flexibility in describing systems where the intervals between updates vary with respect to special nature of the process.

In this study, we will consider the ratio-dependent prey-predator model (1.1) having a general type piecewise constant time delay and then obtain a discrete analogue of the model. By applying linearized stability theory, the primary objective of this work is to seek asymptotic stability of the positive equilibrium of the obtained difference equation.

For a discrete dynamical system

$$x_{n+1} = f(x_n), \quad (1.4)$$

where $x \in \mathbb{R}^n$ and $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ is a continuously differentiable vector valued function with respect to all of its arguments, an equilibrium point refers to a point x^* satisfying the equality

$$x^* = f(x^*).$$

This point x^* is likewise called to be a fixed point of system (1.4). Additionally, we denote by J the Jacobian matrix of the system (1.4) evaluated at x^* , i.e., we have

$$J(x^*) = \frac{\partial f}{\partial x} \Big|_{x=x^*}.$$

Then, the linearized system of (1.4) around the equilibrium x^* is governed by the expression

$$x_{n+1} = Jx_n.$$

The following statements give the results on the linearized stability for discrete systems. The details of the linearized stability theorems can be found in (Agarwal, 2000; Elaydi, 2005; Gümüş, 2017).

Theorem 1.1 Assume x^* to be an equilibrium of system (1.4). If eigenvalues of the matrix J at x^* are all located within the unit disk, it implies that x^* is (locally) asymptotically stable.

Theorem 1.2 Assume x^* to be an equilibrium of system (1.4). If at least one of the eigenvalues of J at x^* is located outside the unit disk, it means that x^* is unstable.

2. MAIN RESULTS

In this study, we aim to use a generalized type piecewise constant argument for a discretization of system (1.1). To do this, we first fix a sequence $\{\tau_i\}_{i=0}^{\infty}$ of non-negative real numbers satisfying the properties $\tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_i < \dots$, and $\tau_{i+1} - \tau_i = \tau$ for a positive constant τ for each $i \in \mathbb{N}$. Next, for $s \neq \tau_i$, we shall take the system

$$\frac{1}{x(s)} \frac{dx(s)}{ds} = \alpha - \beta x(\sigma(s)) - \frac{\theta y(\sigma(s))}{\mu y(\sigma(s)) + x(\sigma(s))}, \quad (2.1)$$

$$\frac{1}{y(s)} \frac{dy(s)}{ds} = -\gamma + \frac{\rho y(\sigma(s))}{\mu y(\sigma(s)) + x(\sigma(s))},$$

under consideration, where $\sigma(s) = \tau_i$ if $s \in [\tau_i, \tau_{i+1})$. Taking the integrals of the equations in (2.1) on the interval $[\tau_i, s]$ where $\tau_i \leq s < \tau_{i+1}$ for a fixed $i \in \mathbb{N}$, we find that

$$x(s) = x(\tau_i) e^{\left\{ \alpha - \beta x(\tau_i) - \frac{\theta y(\tau_i)}{\mu y(\tau_i) + x(\tau_i)} \right\} (s - \tau_i)}, \quad (2.2)$$

$$y(s) = y(\tau_i) e^{\left\{ -\gamma + \frac{\rho x(\tau_i)}{\mu y(\tau_i) + x(\tau_i)} \right\} (s - \tau_i)}.$$

If we evaluate the limit as s tends to τ_{i+1} , (2.2) leads to the following system

$$x(\tau_{i+1}) = x(\tau_i) e^{\left\{ \alpha - \beta x(\tau_i) - \frac{\theta y(\tau_i)}{\mu y(\tau_i) + x(\tau_i)} \right\} \tau}, \quad (2.3)$$

$$y(\tau_{i+1}) = y(\tau_i) e^{\left\{ -\gamma + \frac{\rho x(\tau_i)}{\mu y(\tau_i) + x(\tau_i)} \right\} \tau}.$$

For convenience, we use a function $g: \mathbb{N} \rightarrow [0, \infty)$ defined by $g(i) = \tau_i$. With the help of this function, it is possible to transform the system (2.3) to the system of difference equations given below

$$u(i+1) = u(i) e^{\left\{ \alpha - \beta u(i) - \frac{\theta v(i)}{\mu v(i) + u(i)} \right\} \tau}, \quad (2.4)$$

$$v(i+1) = v(i) e^{\left\{ -\gamma + \frac{\rho u(i)}{\mu v(i) + u(i)} \right\} \tau},$$

where u and v are the composite functions given by $u = x \circ g$ and $v = y \circ g$.

The present work addresses the existence and also uniqueness of the positive equilibrium of the model (2.4), and then deals with the asymptotic stability of this equilibrium point in question.

2.1. Existence and Uniqueness of Positive Equilibria

With the aim of finding a positive equilibrium of system of difference equations (2.4), we need to solve the equations

$$u = ue^{\left\{\alpha - \beta u - \frac{\theta v}{\mu v + u}\right\}\tau},$$

$$v = ve^{\left\{-\gamma + \frac{\rho u}{\mu v + u}\right\}\tau}$$

for $u \neq 0$ and $v \neq 0$. This means that we should have

$$\alpha - \beta u - \frac{\theta v}{\mu v + u} = 0,$$

$$-\gamma + \frac{\rho u}{\mu v + u} = 0.$$

Using the second equation of the system above, we get $u = \frac{\mu\gamma}{\rho - \gamma}v$. If we substitute it in the

first equation, it is seen that

$$\alpha - \beta \frac{\mu\gamma}{\rho - \gamma}v - \frac{\theta v}{\mu v + \frac{\mu\gamma}{\rho - \gamma}v} = 0.$$

Since we assume that $v \neq 0$, it can be observed easily that the last equation has a unique solution

$$v = \frac{(\alpha\mu\rho - \theta\rho + \theta\gamma)(\rho - \gamma)}{\mu^2\beta\gamma\rho},$$

which leads to the conclusion that

$$u = \frac{\alpha\mu\rho - \theta\rho + \theta\gamma}{\mu\beta\rho}.$$

We deduce from the evaluations above that system (2.4) possesses a unique positive equilibrium

$$E = (u^*, v^*) = \left(\frac{\alpha\mu\rho - \theta\rho + \theta\gamma}{\mu\beta\rho}, \frac{(\alpha\mu\rho - \theta\rho + \theta\gamma)(\rho - \gamma)}{\mu^2\beta\gamma\rho} \right)$$

if and only if at least one of the two conditions listed below holds true:

(i) $\gamma < \rho$ for $\theta \leq \alpha\mu$,

(ii) $\gamma < \rho < \frac{\gamma\theta}{\theta - \alpha\mu}$ for $\theta > \alpha\mu$.

2.2. Asymptotic Stability of the Positive Equilibrium

In addressing the (local) asymptotic stability of the positive equilibrium E of system (2.4), we first need to construct the Jacobian matrix and then evaluate it at the point E . If we proceed as needed, Jacobian matrix computed at the point $E = (u^*, v^*)$ is indicated by the following expression

$$J|_{(u^*, v^*)} = \begin{bmatrix} 1 - \beta u^* \tau + \frac{\theta u^* v^* \tau}{(\mu v^* + u^*)^2} & -\frac{\theta u^{*2} \tau}{(\mu v^* + u^*)^2} \\ \frac{\rho \mu v^{*2} \tau}{(\mu v^* + u^*)^2} & 1 - \frac{\rho \mu u^* v^* \tau}{(\mu v^* + u^*)^2} \end{bmatrix}. \quad (2.5)$$

We know that the eigenvalues of the matrix J are the solutions of the characteristic equation

$$\lambda^2 - \text{tr}(J)\lambda + \det(J) = 0,$$

where $\text{tr}(J)$ and $\det(J)$ means, respectively, the trace and the determinant of J .

For the eigenvalues λ_1 and λ_2 to lie inside the unit disk, i.e., $|\lambda_i| < 1$ for $i = 1, 2$, necessary and sufficient conditions are (Elaydi, 2005)

(a) $1 + \text{tr}(J) + \det(J) > 0;$ (2.6)

(b) $1 - \text{tr}(J) + \det(J) > 0;$ (2.7)

(c) $1 - \det(J) > 0.$ (2.8)

Now, we can state the main outcome of this study in the next theorem.

Theorem 2.1 Assume that the following inequalities

(i) $\rho(4\mu\rho + 2\mu\gamma^2\tau + \alpha\mu\rho\gamma\tau^2 + 2\theta\gamma^2\tau^2 + 2\theta\rho\tau) > \tau(\theta\gamma^3\tau + 2\theta\gamma^2 + 2\mu\rho^2\gamma + \alpha\mu\rho\gamma^2\tau + \theta\rho^2\gamma\tau + 2\rho^2\alpha\mu);$

(ii) $\alpha\mu\rho\gamma^2\tau + \theta\rho^2\gamma\tau + \theta\gamma^3\tau + \rho^2\mu\gamma + \gamma^2\theta + \alpha\mu\rho^2 > \alpha\mu\rho^2\gamma\tau + 2\theta\rho\gamma^2\tau + \rho\mu\gamma^2 + \theta\rho^2$

are fulfilled. Then the positive equilibrium $E = \left(\frac{\alpha\mu\rho - \theta\rho + \theta\gamma}{\mu\beta\rho}, \frac{(\alpha\mu\rho - \theta\rho + \theta\gamma)(\rho - \gamma)}{\mu^2\beta\gamma\rho} \right)$ of the discrete prey-predator model (2.4) is (locally) asymptotically stable.

Proof If we evaluate the trace and the determinant of the Jacobian matrix J , we find that

$$\text{tr}(J) = -\beta\tau u^* + 2 + \frac{(\theta - \mu\rho)u^*v^*\tau}{(\mu v^* + u^*)^2}$$

and

$$\det(J) = -\beta\tau u^* + 1 + \frac{\beta u^* \rho \mu \tau - \rho \mu + \theta}{(\mu v^* + u^*)^2} u^* v^* \tau.$$

We continue to check the conditions (a), (b) and (c) given by the inequalities (2.6), (2.7) and (2.8). By direct calculation, it is true that

$$1 + \text{tr}(J) + \det(J) = 4 - 2\beta\tau u^* + \frac{2\theta - 2\mu\rho + \beta\mu\rho\tau u^*}{(\mu v^* + u^*)^2} u^* v^* \tau.$$

Substituting the values of u^* and v^* into the last expression, we see that the inequality

$$1 + \text{tr}(J) + \det(J) > 0$$

holds true due to the assumption (i). Hence, (a) is valid. One can see easily that

$$1 - \text{tr}(J) + \det(J) = \frac{\beta\mu\rho\tau u^*}{(\mu v^* + u^*)^2} u^* v^* \tau > 0$$

is already true, which confirms the validity of the condition (b). We remain to consider the case (c). If we write the values of u^* and v^* in the next evaluation, it follows from the assumption (ii) that

$$1 - \det(J) = \beta\tau u^* - \frac{\beta u^* \rho \mu \tau - \rho \mu + \theta}{(\mu v^* + u^*)^2} u^* v^* \tau > 0.$$

As a consequence, the positive equilibrium E of (2.4) is (locally) asymptotically stable.

3. CONCLUSION

This study deals with a discrete-time prey-predator model with a ratio-dependent functional response, discretized using the piecewise constant argument of generalized type. We present conditions for the existence and uniqueness of a positive equilibrium and address its asymptotic stability through the linearized stability analysis. The use of piecewise constant arguments allows for more precise modeling of systems where non-continuous changes are prevalent, offering valuable insights for real-world problems where such discrete environmental factors are significant. Our findings highlight the crucial role of ratio-dependent interactions in determining stability outcomes and contribute to the broader

understanding of the behavior of prey-predator models with a discrete-time context in mathematical ecology. Future work may extend the results of the present study by exploring the effects of varying distance in piecewise constant arguments and introducing additional factors such as harvesting terms.

REFERENCES

- Aftabizadeh, A. R., Wiener, J. and Xu, J.-M., Oscillatory and periodic solutions of delay differential equations with piecewise constant argument, *Proc. Amer. Math. Soc.*, 99, 673–679, (1987).
- Agarwal, R. P., *Difference Equations and Inequalities: Theory, Methods, and Applications* (2nd ed.). Marcel Dekker, 2000.
- Akhmet, M. U., Integral manifolds of differential equations with piecewise constant argument of generalized type, *Nonlinear Anal.* 66, 367-383, (2007).
- Arditi, R. and Ginzburg, L. R., Coupling in predator-prey dynamics: Ratio-dependence. *Journal of Theoretical Biology*, 139(3), 311-326, (1989).
- Busenberg, S. and Cooke, K. L., Models of vertically transmitted diseases with sequential-continuous dynamics, *Nonlinear Phenomena in Mathematical Sciences*, Academic Press, New York, 179–187, (1982).
- Dai, L. and Singh, M. C., On oscillatory motion of spring-mass systems subjected to piecewise constant forces, *J. Sound Vibration*, 173, 217–232, (1994).
- Elaydi, S., *An Introduction to Difference Equations*, 3rd ed., Springer-Verlag, New York, 2005.
- Fan, M., and Wang, K., Periodic solutions of a discrete time nonautonomous ratio-dependent predator-prey system. *Mathematical and Computer Modelling*, 35(9-10), 951-961, (2002).
- Gopalsamy, K. and Liu, P., Persistence and global stability in a population model, *J. Math. Anal. Appl.*, 224, 59–80, (1998).
- Gümüş, M., *Global Behaviors of Some Nonlinear Difference Equations and Some Systems of Rational Difference Equations*, Doctor of Philosophy Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Zonguldak, Bülent Ecevit University, Türkiye, 2017.
- Muroya, Y., Persistence, contractivity and global stability in logistic equations with piecewise constant delays, *J. Math. Anal. Appl.*, 270, 602–635, (2002).



Wang, Z. and Wu, J., The stability in a logistic equation with piecewise constant arguments, *Differential Equations Dynam. Systems*, 14, 179–193, (2006).

Wiener, J., *Generalized solutions of functional differential equations*. World Scientific, Singapore, 1993.

Wiener, J. and Lakshmikantham, V., A damped oscillator with piecewise constant time delay, *Nonlinear Stud.*, 7, 78–84, (2000).

Yang, X., Existence and exponential stability of almost periodic solution for cellular neural networks with piecewise constant argument, *Acta Math. Appl. Sin.*, 29, 789–800, (2006).

LYAPUNOV-BASED STABILITY ANALYSIS OF TWO-SPECIES COMPETITIVE INTERACTIONS MODELED BY DIFFERENCE EQUATIONS

Prof. Dr. Duygu ARUĞASLAN ÇİNÇİN

Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Isparta, Türkiye,

duyguarugaslan@sdu.edu.tr - [0000-0003-1867-0996](tel:0000-0003-1867-0996)

ABSTRACT

In this study, we address the global asymptotic stability of a two-species competition model described by a nonlinear system of difference equations. First, we address the existence and uniqueness of a positive equilibrium point of the considered model, which represents the coexistence of two species. Then, we utilize Lyapunov's direct method to analyze the stability of this positive equilibrium. By constructing a suitable Lyapunov function, we establish conditions that guarantee the global asymptotic stability of the considered equilibrium point. The results of this study contribute to the study of nonlinear ecological dynamics in discrete-time population models.

Keywords: Asymptotic behavior, Lyapunov's direct method, Competition model, Difference equations.

1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Population dynamics is one of the fundamental areas of mathematical biology, focusing on the changes in population sizes and interactions over time. It plays a crucial role in understanding ecosystems, survival of the species, and the effects of environmental factors on the growth of species. Competitive population models are used to study interactions between species competing for the same resources in an ecosystem. These models are essential for understanding how competition influences the population dynamics of each species over time, offering insights into whether they can coexist or if one will ultimately dominate, resulting in the extinction of the other. By analyzing equilibria and stability of these models, which are usually described by systems of differential equations or difference equations, we can determine the long-term outcomes of competitive interactions.

Discrete-time population models are used to describe the dynamics of populations at distinct time intervals, usually on a seasonal or annual patterns. These models are especially advantageous when species interact or reproduce at discrete times rather than continuously. Since discrete models focus on the ecological dynamics from one time period to the next one, they are ideal for studying species with non-overlapping generations or periodic behaviors.

These models are often expressed by means of difference equations. Like continuous-time population models, discrete-time population models exhibit complex behaviors such as oscillation, chaos, and stability (Kot, 2001; Murray, 2002; Singh ve Sharma, 2023). This fact stimulates researchers to examine various ecological phenomena, which includes species coexistence, predation and competition.

In the literature, there exist various studies dealing with competing discrete-time population models (Clark and Kulenović, 2002; Clark et al., 2003; Kulakov et al., 2022; Kulenović and Nurkanović, 2005; Lopez-Ruiz and Fournier-Prunaret, 2009; Wu et al., 2009). Clark and Kulenović (2002) and Clark et al. (2003) have considered the global stability and asymptotic behaviour for the following two-dimensional difference equations

$$x_{n+1} = \frac{x_n}{a + cy_n},$$

$$y_{n+1} = \frac{y_n}{b + dx_n},$$

which models competition between two species for $n = 0, 1, 2, \dots$. In (Kulenović and

Nurkanović, 2005), global asymptotic stability has been investigated for the system of difference equations

$$x_{n+1} = \frac{a + x_n}{b + y_n},$$

$$y_{n+1} = \frac{d + y_n}{e + dx_n}.$$

A more general system of the following type

$$x_{n+1} = \frac{a + x_n}{b + cx_n + y_n},$$

$$y_{n+1} = \frac{d + y_n}{e + x_n + fy_n},$$

which extends the framework of previous ones has been discussed in (Kulenović and Nurkanović, 2002).

In the present study, we aim to study the competition model

$$x_{n+1} = \frac{r_1 x_n}{K_1 + \alpha_1 x_n + \beta_1 y_n},$$

$$y_{n+1} = \frac{r_2 y_n}{K_2 + \beta_2 x_n + \alpha_2 y_n}.$$
(1.1)

In this model, $x_n = x(n)$ and $y_n = y(n)$ are the variables identifying the population sizes of two competing species for $n = 0, 1, 2, \dots$. The parameters $r_1, r_2, K_1, K_2, \alpha_1, \alpha_2, \beta_1$ and β_2 have specific meanings associated with the interactions and the growth patterns of species within populations and they are assumed to be positive. To be more precise, r_1 and r_2 denote the finite intrinsic growth rates; K_1 and K_2 describe the carrying capacities or the limited resource availability for species x and y , respectively. Additionally, the parameters α_1 and α_2 , respectively, refer to the strength of intraspecific competition within species x and y . In other words, α_1 (resp., α_2) represents how x (resp., y) species restricts its own growth due to the crowding effects. The coefficients β_1 and β_2 indicate the interspecific competition coefficients between the two species, i.e., they show how the presence of one species affects the population growth of other species.

It is well known that Lyapunov's direct method is an indispensable tool to analyze the stability of nonlinear systems of both differential equations and difference equations. It enhances to investigate the stability features of solutions without finding them explicitly. This method is based on the construction of an appropriate Lyapunov function satisfying certain properties. In the present study, we aim to utilize this method for the stability analysis of the positive equilibrium of system (1.1).

Consider the following autonomous system of difference equations given by

$$w(k+1) = f(w(k)),$$
(1.2)

$w \in \mathbb{R}^n$. Assume that the solution $w(k)$ of system (1.2) with $w(0) = w_0$ exists for all $k \in \mathbb{N}$. Since (1.2) is an autonomous system, stability and uniform stability concepts are equivalent (Agarwal, 2000; Elaydi, 2005). We can define the global asymptotic stability of this solution as follows.

Definition 1.1 The solution $w(k)$ is said to be

- (i) *stable* if for every $\varepsilon > 0$, one can find a $\delta = \delta(\varepsilon) > 0$ such that for any solution $u(k)$ with $u(0) = u_0$ of (1.2), $\|u(k) - w(k)\| < \varepsilon$ for all $k \in \mathbb{N}$ whenever $\|u_0 - w_0\| < \delta$;
- (ii) *attractive* if one can find a $\delta > 0$ such that $\|u(k) - w(k)\| \rightarrow 0$ as $k \rightarrow \infty$ provided that $\|u_0 - w_0\| < \delta$ for any solution $u(k)$ of (1.2) with $u(0) = u_0$;
- (iii) *asymptotically stable* if it is stable and attractive;
- (iv) *globally attractive* if it is attractive for every $u_0 \in \mathbb{R}^n$;
- (v) *globally asymptotically stable* if it is stable and globally attractive.

In order to analyze the stability of the equilibrium points of (1.2), we shall need the following definition and theorem.

Definition 1.2 (Agarwal, 2000) A continuous function $V: \Omega \subset \mathbb{R}_+^n \rightarrow \mathbb{R}$ is said to be a Lyapunov function of (1.2) if $\Delta V(w) = V(f(w)) - V(w) \leq 0$ for every $w \in \Omega$.

Theorem 1.1 (Agarwal, 2000) Assume that $w = w^*$ is an equilibrium point of (1.2). If there is a Lyapunov function V of (1.2) on \mathbb{R}_+^n with a unique global minimum at w^* , $V(w) \rightarrow \infty$ as $\|w\| \rightarrow \infty$, $w_i \rightarrow 0_+$ for all $i = 1, 2, \dots, n$ and $\Delta V(w) < 0$ for every $w \in \mathbb{R}_+^n$ with $w \neq w^*$, then the equilibrium w^* is globally asymptotically stable.

2. STABILITY ANALYSIS

In this section, we will be concerned with the global asymptotic stability of the positive equilibrium of the population model (1.1). To start with, let us consider the existence and uniqueness of the positive equilibrium of system (1.1). If we solve the equations

$$x_{n+1} = \frac{r_1 x_n}{K_1 + \alpha_1 x_n + \beta_1 y_n} = x_n,$$

$$y_{n+1} = \frac{r_2 y_n}{K_2 + \beta_2 x_n + \alpha_2 y_n} = y_n$$

for x_n and y_n , we find for $x_n \neq 0$ and $y_n \neq 0$ that

$$x^* = \frac{\alpha_2(r_1 - K_1) - \beta_1(r_2 - K_2)}{\alpha_1\alpha_2 - \beta_1\beta_2},$$

$$y^* = \frac{\alpha_1(r_2 - K_2) - \beta_2(r_1 - K_1)}{\alpha_1\alpha_2 - \beta_1\beta_2}$$

is the unique positive equilibrium of the competitive model (1.1) provided that any of the following conditions are met:

- i) $\alpha_2 r_1 + \beta_1 K_2 < \alpha_2 K_1 + \beta_1 r_2$ and $\alpha_1 r_2 + \beta_2 K_1 < \alpha_1 K_2 + \beta_2 r_1$ if $\alpha_1 \alpha_2 < \beta_1 \beta_2$;
- ii) $\alpha_2 r_1 + \beta_1 K_2 > \alpha_2 K_1 + \beta_1 r_2$ and $\alpha_1 r_2 + \beta_2 K_1 > \alpha_1 K_2 + \beta_2 r_1$ if $\alpha_1 \alpha_2 > \beta_1 \beta_2$.

Theorem 2.1 If $K_1r_2 = K_2r_1$, $K_1 < r_1$ (or $K_2 < r_2$), $\beta_1(r_2 - K_2) < r_1 - K_1$ and $\beta_2(r_1 - K_1) < r_2 - K_2$, then the positive equilibrium $E = (x^*, y^*)$ of (1.1) is globally asymptotically stable.

Proof If we apply the following change of variables

$$u = \frac{\alpha_1 x}{r_1 - K_1} \quad \text{and} \quad v = \frac{\alpha_2 y}{r_2 - K_2},$$

the model (1.1) reduces to the system

$$\begin{aligned} u_{n+1} &= \frac{u_n}{\gamma_1 + (1 - \gamma_1)u_n + (1 - \gamma_1)\sigma_1 v_n}, \\ v_{n+1} &= \frac{v_n}{\gamma_2 + (1 - \gamma_2)\sigma_2 u_n + (1 - \gamma_2)v_n}, \end{aligned} \tag{2.1}$$

where $\gamma_1 = \frac{K_1}{r_1}$, $\gamma_2 = \frac{K_2}{r_2}$, $\sigma_1 = \frac{\beta_1(r_2 - K_2)}{r_1 - K_1}$ and $\sigma_2 = \frac{\beta_2(r_1 - K_1)}{r_2 - K_2}$. It can be concluded that

$$(u^*, v^*) = \left(\frac{\alpha_1 x^*}{r_1 - K_1}, \frac{\alpha_2 y^*}{r_2 - K_2} \right) = \left(\frac{1 - \sigma_1}{1 - \sigma_1 \sigma_2}, \frac{1 - \sigma_2}{1 - \sigma_1 \sigma_2} \right)$$

is the unique positive equilibrium of the system (2.1). Since $K_1r_2 = K_2r_1$ by assumption, now it follows that $\gamma_1 = \gamma_2$. Thus, we can denote these values γ_1 and γ_2 by a common notation γ . Note that $\gamma, \sigma_1, \sigma_2 \in (0,1)$ by the hypotheses of the theorem. Hence, system (2.1) can be written as

$$\begin{aligned} u_{n+1} &= \frac{u_n}{\gamma + (1 - \gamma)u_n + (1 - \gamma)\sigma_1 v_n}, \\ v_{n+1} &= \frac{v_n}{\gamma + (1 - \gamma)\sigma_2 u_n + (1 - \gamma)v_n}. \end{aligned} \tag{2.2}$$

We define the Lyapunov function as follows

$$V(u, v) = c_1 \left(\frac{u}{u^*} - 1 - \ln \frac{u}{u^*} \right) + c_2 \left(\frac{v}{v^*} - 1 - \ln \frac{v}{v^*} \right),$$

where c_1 and c_2 are positive constants to be determined later.

Now, it can be inferred that

$$\Delta V(u_n, v_n) = V(u_{n+1}, v_{n+1}) - V(u_n, v_n)$$

$$\begin{aligned}
 &= \\
 &c_1 \left(\frac{u_{n+1}}{u^*} - 1 - \ln \frac{u_{n+1}}{u^*} \right) + c_2 \left(\frac{v_{n+1}}{v^*} - 1 - \ln \frac{v_{n+1}}{v^*} \right) - c_1 \left(\frac{u_n}{u^*} - 1 - \ln \frac{u_n}{u^*} \right) - \\
 &\quad c_2 \left(\frac{v_n}{v^*} - 1 - \ln \frac{v_n}{v^*} \right) \\
 &= c_1 \left(\frac{u_{n+1} - u_n}{u^*} - \ln \frac{u_{n+1}}{u_n} \right) + c_2 \left(\frac{v_{n+1} - v_n}{v^*} - \ln \frac{v_{n+1}}{v_n} \right) \\
 &= c_1 \frac{u_n}{u^*} \left[\frac{1}{\gamma + (1-\gamma)u_n + (1-\gamma)\sigma_1 v_n} - 1 \right] + c_1 \ln[\gamma + (1-\gamma)u_n + (1-\gamma)\sigma_1 v_n] \\
 &\quad + c_2 \frac{v_n}{v^*} \left[\frac{1}{\gamma + (1-\gamma)v_n + (1-\gamma)\sigma_2 u_n} - 1 \right] + c_2 \ln[\gamma + (1-\gamma)v_n + (1-\gamma)\sigma_2 u_n] \\
 &= \frac{c_1 u_n (1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1 v_n)}{u^* [\gamma + (1-\gamma)u_n + (1-\gamma)\sigma_1 v_n]} + c_1 \ln[\gamma + (1-\gamma)u_n + (1-\gamma)\sigma_1 v_n] \\
 &\quad + \frac{c_2 v_n (1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2 u_n)}{v^* [\gamma + (1-\gamma)v_n + (1-\gamma)\sigma_2 u_n]} + c_2 \ln[\gamma + (1-\gamma)v_n + (1-\gamma)\sigma_2 u_n].
 \end{aligned}$$

Since $\ln x \leq x - 1$ for all $x > 0$, we can deduce that

$$\begin{aligned}
 \Delta V(u_n, v_n) &\leq \frac{c_1 u_n (1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1 v_n)}{u^* [\gamma + (1-\gamma)(u_n + \sigma_1 v_n)]} + c_1 [\gamma + (1-\gamma)u_n + (1-\gamma)\sigma_1 v_n - 1] \\
 &\quad + \frac{c_2 v_n (1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2 u_n)}{v^* [\gamma + (1-\gamma)(v_n + \sigma_2 u_n)]} + c_2 [\gamma + (1-\gamma)v_n + (1-\gamma)\sigma_2 u_n - 1] \\
 &= \frac{c_1 u_n (1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1 v_n)}{u^* [\gamma + (1-\gamma)(u_n + \sigma_1 v_n)]} - c_1 (1-\gamma)(1-u_n - \sigma_1 v_n) \\
 &\quad + \frac{c_2 v_n (1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2 u_n)}{v^* [\gamma + (1-\gamma)(v_n + \sigma_2 u_n)]} - c_2 (1-\gamma)(1-v_n - \sigma_2 u_n) \\
 &= \frac{c_1 (1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1 v_n)}{\gamma + (1-\gamma)(u_n + \sigma_1 v_n)} \left[\frac{u_n}{u^*} - \gamma - (1-\gamma)(u_n + \sigma_1 v_n) \right] \\
 &\quad + \frac{c_2 (1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2 u_n)}{\gamma + (1-\gamma)(v_n + \sigma_2 u_n)} \left[\frac{v_n}{v^*} - \gamma - (1-\gamma)(v_n + \sigma_2 u_n) \right] \\
 &= \frac{c_1 (1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1 v_n)}{\gamma + (1-\gamma)(u_n + \sigma_1 v_n)} \left[\frac{u_n}{u^*} - \gamma + \gamma - 1 + (1-\gamma)(1-u_n - \sigma_1 v_n) \right] \\
 &\quad + \frac{c_2 (1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2 u_n)}{\gamma + (1-\gamma)(v_n + \sigma_2 u_n)} \left[\frac{v_n}{v^*} - \gamma + \gamma - 1 + (1-\gamma)(1-v_n - \sigma_2 u_n) \right] \\
 &= \frac{c_1 (1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1 v_n)}{\gamma + (1-\gamma)(u_n + \sigma_1 v_n)} \left[\frac{u_n}{u^*} - u_n - \sigma_1 v_n - \gamma(1-u_n - \sigma_1 v_n) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{c_2(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \left[\frac{v_n}{v^*} - v_n - \sigma_2u_n - \gamma(1-v_n-\sigma_2u_n) \right] \\
 = & - \frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} + \frac{c_1(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} \left[\frac{u_n}{u^*} - u_n - \sigma_1v_n \right] \\
 & - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} + \frac{c_2(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \left[\frac{v_n}{v^*} - v_n - \sigma_2u_n \right] \\
 = & - \frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 & + \frac{c_1(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} \left[u_n \left(\frac{1}{u^*} - 1 \right) - \sigma_1v_n \right] \\
 & + \frac{c_2(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \left[v_n \left(\frac{1}{v^*} - 1 \right) - \sigma_2u_n \right] \\
 = & - \frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 & + \frac{c_1(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} \left[\frac{\sigma_1}{u^*} (u_nv^* - v_nu^*) \right] + \frac{c_2(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \left[\frac{\sigma_2}{v^*} (v_nu^* - u_nv^*) \right] \\
 = & - \frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 & + (1-\gamma)(u_nv^* - v_nu^*) \left\{ \frac{c_1\sigma_1(1-u_n-\sigma_1v_n)}{u^*[\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)]} - \frac{c_2\sigma_2(1-v_n-\sigma_2u_n)}{v^*[\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)]} \right\}.
 \end{aligned}$$

We note that

$$\gamma + (1-\gamma)(u_n + \sigma_1v_n) = 1 - (1-\gamma)(1-u_n - \sigma_1v_n),$$

$$\gamma + (1-\gamma)(v_n + \sigma_2v_n) = 1 - (1-\gamma)(1-u_n - \sigma_1v_n),$$

$$1 - u^* = \sigma_1v^*,$$

and

$$1 - v^* = \sigma_2u^*.$$

Using these equalities and assuming that $c_1\sigma_1v^*(1-\gamma) = c_2\sigma_2u^*(1-\gamma) = C$, we conclude that

$$\begin{aligned}
 \Delta V(u_n, v_n) &\leq -\frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 &+ (1-\gamma)(u_nv^* - v_nu^*) \frac{c_1\sigma_1v^*(1-u_n-\sigma_1v_n)[\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)] - c_2\sigma_2u^*(1-v_n-\sigma_2u_n)[\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)]}{u^*v^*[\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)][\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)]} \\
 &= -\frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 &\quad + C(u_nv^* - v_nu^*) \frac{v_n(1-\sigma_1) - u_n(1-\sigma_2)}{u^*v^*[\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)][\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)]} \\
 &= -\frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 &\quad + C(u_nv^* - v_nu^*) \frac{(1-\sigma_1\sigma_2)(v_nu^* - u_nv^*)}{u^*v^*[\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)][\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)]} \\
 &= -\frac{c_1\gamma(1-\gamma)(1-u_n-\sigma_1v_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)} - \frac{c_2\gamma(1-\gamma)(1-v_n-\sigma_2u_n)^2}{\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)} \\
 &\quad - \frac{C(1-\sigma_1\sigma_2)(u_nv^* - v_nu^*)^2}{u^*v^*[\gamma+(1-\gamma)(u_n+\sigma_1v_n)][\gamma+(1-\gamma)(v_n+\sigma_2u_n)]} \\
 &\leq 0.
 \end{aligned}$$

This leads to the conclusion that $\Delta V(u, v) \leq 0$ for all positive values of u and v , and $\Delta V(u, v) = 0$ only if $(u, v) = (u^*, v^*)$. Consequently, the positive equilibrium point (u^*, v^*) of (2.1), or equivalently (2.2), is globally asymptotically stable, which in turn brings about the global asymptotic stability of the positive equilibrium $E = (x^*, y^*)$ of the corresponding competition model (1.1).

3. CONCLUSION

In this study, we have analyzed the global asymptotic stability of a two-species competition model described by a system of difference equations using the Lyapunov method. The results demonstrate that the positive equilibrium point, representing the coexistence of two species, is globally asymptotically stable under certain parameter conditions. This means that long-term persistence of both species occurs allowing them to **endure** without extinction. This finding also highlights the robustness of the equilibrium point, as the system converges to this steady state from any initial population sizes within biologically feasible ranges.

This study contributes to the broader understanding of population dynamics, especially, competitive interactions in discrete-time models. These insights could be extended to more complex ecological models. Future work could focus on investigating bifurcations, periodic or

chaotic behavior in similar systems, or applying the stability framework to models with multiple interacting species.

REFERENCES

Agarwal, R. P., *Difference Equations and Inequalities: Theory, Methods, and Applications* (2nd ed.). Marcel Dekker, 2000.

Clark, D. and Kulenović, M. R. S., A coupled system of rational difference equations. *Computers and Mathematics with Applications*, 43(6-7), (2002).

Clark, D., Kulenović, M. R. S. and Selgrade, J.F., Global asymptotic behavior of a two-dimensional difference equation modelling competition, *Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications*, 52(7), 1765-1776, (2003).

Elaydi, S., *An Introduction to Difference Equations*, 3rd ed., Springer-Verlag, New York, 2005.

Kot, M. *Elements of Mathematical Ecology*. Cambridge University Press, (2001).

Kulakov, M., Neverova, G. and Frisman, E., The Ricker competition model of two species: Dynamic modes and phase multistability, *Mathematics*, 10(7), 1076, (2022).

Kulenović, M. R. S. and Nurkanović, M., Asymptotic behavior of a two dimensional linear fractional system of difference equations, *Rad. Mat.*, 11(1), 59–78, (2002).

Kulenović, M. R. S. and Nurkanović, M., *Asymptotic behavior of a system of linear fractional difference equations*, *Journal of Inequalities and Applications*, 2005(2), 127-143, (2005).

Lopez-Ruiz, R. and Fournier-Prunaret, D. (2009). Periodic and chaotic events in a discrete model of logistic type for the competitive interaction of two species. *Chaos, Solitons and Fractals*, 41(1), 334-347, (2009).

Murray, J. D., *Mathematical Biology I: An Introduction*. Springer, (2002).

Singh, A. and Sharma, V. S., Bifurcations and chaos in a discrete-time prey-predator model with Holling type-II functional response and prey refuge, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, (418), 114666, (2023).

Wu, L., Chen, F. and Li, Z., Permanence and global attractivity of a discrete Schoener's competition model with delays. *Mathematical and Computer Modelling*, 49(9-10), 1607-1617, (2009).

INVERSE NODAL PROBLEM FOR DIFFUSION OPERATOR

Dr. Öğr. Üyesi Merve ARSLANTAŞ¹, Doç. Dr. Sevim DURAK²

¹ Sivas Cumhuriyet University, Vocational School of Sivas , mguray@cumhuriyet.edu.tr-0000-0002-0493-4551

² Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, sdurak@cumhuriyet.edu.tr- 0000-0003-2591-4768

ÖZET

One of the solution methods for the inverse problems of the second order differential operators is to use the zeros of the eigenfunctions. These zeros are also called nodal points. Trying to reconstruct the coefficients of the operator from the asymptotic formula of the nodal points is known as inverse nodal problem. Schrödinger equation with singular potential, which is one of the basic equations of quantum theory, represents an important class of differential equations that have applications in many fields of engineering sciences. Learning inverse nodal problems for singular Schrödinger operators is important in terms of applied sciences.

The inverse problems of spectral analysis are concerned with constructing the operator using spectral data. Here by spectral data is meant the eigenvalue, normalizing numbers and spectral function. In some studies of inverse problems, uniqueness theorems are given which show that the spectral characteristics determine the operator in a unique way. Initially, inverse nodal problems were discussed by Hald and McLaughlin in their study published in 1989. In this study, inverse nodal problems for regular and weakly singular Sturm-Liouville operators are discussed, uniqueness theorems for their solution and an algorithm for determining the potential are proposed. After this study, many studies have been carried out on the inverse nodal problems for the Sturm-Liouville, Diffusion and Dirac operators.

In our study, we consider the following boundary value problem $L(p, q, \alpha, \beta, a)$ with discontinuity conditions inside the interval:

$$\ell y := -y'' + [q(x) + 2\lambda p(x)]y = \lambda^2 y, 0 < x < \pi \quad (1)$$

$$y'(0) = 0, y'(\pi) = 0 \quad (2)$$

$$\begin{aligned}y(a+0) &= \alpha y(a-0), y'(a+0) \\ &= \alpha^{-1} y'(a-0) + \beta y(a-0)\end{aligned}\quad (3)$$

Here $a \in \mathfrak{R} = \{r\pi, r \in (0,1) \cap \mathbb{Q}\}$, λ is the spectral parameter, $p(x), q(x)$ are real valued functions, α, β are real numbers, $p(x) \in W_1^1(0, \pi)$, $q(x) \in L(0, \pi)$ and $\alpha > 0$.

In the present study, properties of solutions of singular Sturm-Liouville differential equations, behavior of eigenfunctions, asymptotic behavior of eigenvalues and nodal points, theorems related to the solution of inverse nodal problem are given.

Anahtar Kelimeler : Discontinuous conditions, Nodal points, Inverse nodal problem.

INTEGRATIVE ANALYSIS OF NONLINEAR STRUCTURAL BEHAVIOR IN THE SKELETAL TYPE STRUCTURES

Prof. Dr. Tuğrul TALASLIOĞLU¹

¹ Osmaniye Korkut Ata. Univ., Department of Civil Engineering,

tteraslioglu@osmaniye.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8075-4130>

ABSTRACT

This study provides a unified examination of nonlinear structural behavior by merging the theoretical foundations with an applied example, covering both geometric and material nonlinearities. The approach spans from basic definitions and concepts to practical applications, offering insights for both novice and advanced practitioners in structural engineering.

Keywords : material nonlinearity, geometric nonlinearity, residue,

1. INTRODUCTION

This study introduces core concepts and definitions within the scope of nonlinearity, focusing primarily on the engineering sciences, which examine both moving and stationary objects under force. Mechanics can be categorized into four primary areas: theoretical, applied, computational, and experimental. Each branch serves a distinct purpose in understanding and applying principles to various science and engineering problems [1].

Theoretical mechanics utilizes foundational scientific principles to solve problems. In contrast, applied mechanics adapts these theories to real-world challenges in engineering. Computational mechanics relies on numerical methods and models to simulate physical events, subdividing further into nano-mechanics, micro-mechanics, and continuum mechanics. Nano-mechanics investigates molecular and atomic-level phenomena, while micro-mechanics deals with granular and crystalline structures. Continuum mechanics models physical events on a macro scale by treating microstructures as homogenized, aiding in the simulation of solid, fluid, and physics-based problems. Experimental mechanics, meanwhile, applies experimental data to improve models and systems [2].

Mechanical problems demand various solution methods depending on their static or dynamic nature. Static or quasi-static methods are used for time-independent issues, while dynamic simulations incorporate inertial force considerations.

A key aspect in modeling mechanical problems is discretization, a process where continuous systems are broken down into discrete components for analysis. The finite element method (FEM) is among the most widely used discretization techniques, especially for structural analysis. FEM enables complex problems to be divided into manageable sub-problems, facilitating solutions by focusing on each sub-problem independently before combining results. Originally applied in the aerospace industry for stress analysis, FEM has expanded across disciplines like biomechanics and nuclear technology, driven by advancements in computing power [3].

Other discretization methods include finite difference, boundary element, and finite volume methods. The boundary element method combines boundary integral methods with finite element principles. FEM's flexibility has made it particularly valuable in structural studies, allowing either physical models or combinations of physical and mathematical models to solve complex problems [4].

Engineering problems often involve physical models that can be discretized directly or indirectly through mathematical representations. In aircraft modeling, for example, direct discretization enables detailed simulations of separate systems within an airplane without requiring a mathematical model. However, if the aircraft is intended for international traffic and must meet stringent safety standards, mathematical-based discretization becomes necessary. Here, parameters governing the physical problem, like aerodynamics, are essential in developing the mathematical model, enabling precise analysis for regulatory approval. These discretization approaches, physical and mathematical, are interdependent. Using finite elements, both models contribute to a comprehensive solution. When comfort, safety, or other parameters must be optimized (as in aircraft production), they can be quantified within the mathematical model to refine design and manufacturing. This highlights how both direct and mathematical models are essential to meeting diverse requirements in engineering solutions, particularly in complex systems like aviation, where precision and regulation are paramount.

2. NONLINEARITY ISSUE IN THE STRUCTURAL BEHAVIORS

In structural mechanics, the concept of "nonlinearity" captures behaviors that deviate from a simple proportional relationship between applied forces and structural responses. These nonlinear behaviors are classified primarily into three categories: material nonlinearity, boundary condition-related nonlinearity, and geometric nonlinearity. Each type presents unique challenges in modeling and analyzing structures accurately under real-world conditions, requiring specialized approaches and analytical methods.

Material nonlinearity concerns the inelastic responses of materials under specific stress or strain conditions. For instance, metals exhibit elastic, reversible behavior at low-stress levels, maintaining a constant modulus of elasticity. However, beyond certain stress thresholds, these materials enter a plastic phase where deformation becomes permanent. This inelastic behavior is intrinsic to the material properties and is often modeled using plasticity theory, which defines yield criteria and hardening laws to describe material behavior beyond the elastic limit.

Boundary condition-related nonlinearity arises when the structural constraints or supports change during loading. Unlike linear systems, where boundary conditions are fixed, nonlinear boundary conditions evolve with applied loads, altering structural responses. An example is a beam on supports that may slide or rotate under load, changing the constraints and the structural behavior. This type of nonlinearity complicates equilibrium equations, making conventional linear methods inadequate.

Geometric nonlinearity is associated with significant changes in the structure's shape during loading. In situations where displacements, rotations, or strains are large enough to affect the response, a linear approximation becomes insufficient. This type of nonlinearity is prominent in flexible structures, such as cables, membranes, and shells, which are sensitive to deformation. Models for these structures must consider both initial and deformed configurations to capture the response fully, as assumptions of small displacements fail in these cases.

The concept of an equilibrium path is essential in nonlinear structural analysis, serving as a graphical representation of how structures respond under varying loads (Figure 1). Equilibrium paths, often shown in load-deflection diagrams, identify critical points, including those indicating bifurcation, limit, or turning points, which are essential for assessing stability and identifying potential failure points. For instance, a critical point marks a potential buckling location, while a bifurcation point shows where multiple equilibrium paths may emerge. Limit points represent the maximum capacity of the structure, beyond which collapse is imminent (Figure 2).

Load-deflection diagrams categorize monotonic responses into linear, hardening, and softening behaviors. These responses differ based on material properties. For example, high-strength composites may exhibit a linear response, whereas some building materials transition from an initial linear response to sudden or gradual softening. Understanding these responses is vital for material selection and load-bearing capacity predictions.

Beyond monotonic responses, structural systems may exhibit complex response types, such as snap-through and snap-back behaviors. Snap-through behavior, often seen in shallow domes, is characterized by a sudden shape change as the structure reaches a critical load, potentially leading to instability under further loading. Snap-back refers to cases where the structure returns to its original shape upon load reduction, often observed in thin-shell structures or trusses.

Buckling is another critical nonlinear behavior in slender, compression-prone structures, characterized by multiple deformation paths and bifurcation points. Buckling analysis helps identify conditions under which structures choose a lower-energy configuration. This analysis is particularly critical for slender elements, like columns, that may fail suddenly through buckling.

Geometric nonlinearity is essential in high-deformation scenarios, especially common in aerospace and civil engineering applications. Thin structures, tensile systems like cables, and inflatable membranes exhibit significant geometric nonlinearities. Analysis requires consideration of the evolving geometry and how it influences the structure's response. Practical examples include cable-stayed bridges and thin-walled shells, where load paths shift significantly as the structure deforms.

Material nonlinearity encompasses behaviors like plasticity, viscoelasticity, and creep, extending beyond simple elasticity. Plasticity theory applies to metals and plastics, defining the yield stress at which materials transition to inelastic deformation. Viscoelastic materials, such as polymers, respond to loading over time, while creep in metals and concrete leads to gradual deformation under sustained loads. Constitutive equations describe these behaviors by relating stress to strain, incorporating time or loading history to capture the long-term response.

Constitutive equations are the foundation of material modeling, expressing the stress-strain relationship necessary for nonlinear analysis. Kinematic equations describe strain-displacement relationships, while equilibrium equations relate internal forces to stress. Together, these nonlinear models are essential for accurately analyzing complex structures, covering elastic responses to large, plastic deformations in materials like metals and polymers.

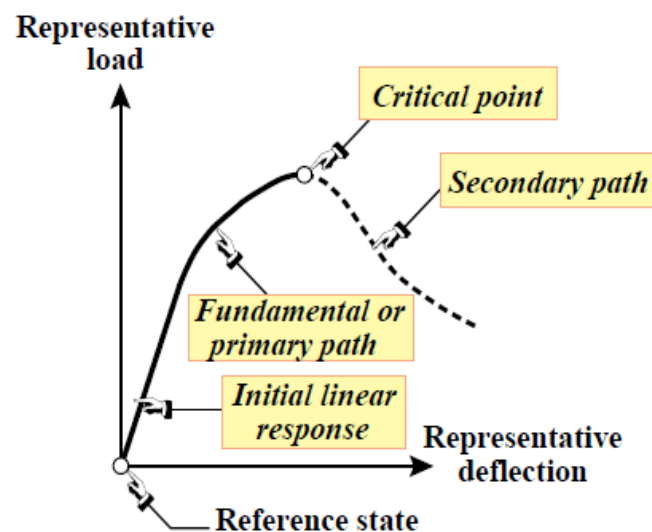


Figure 1 The Basic Equilibrium Paths

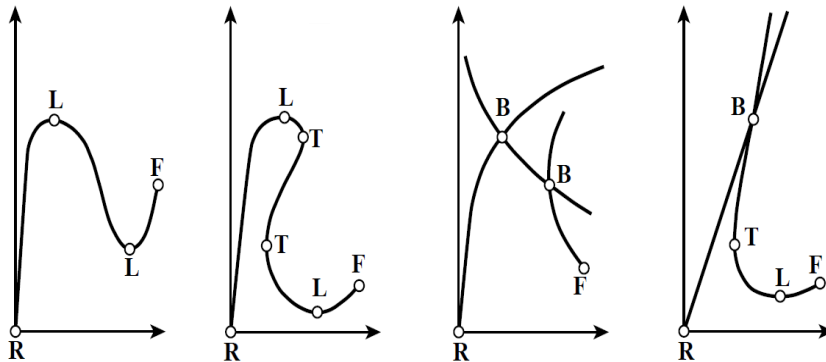


Figure 2 The Fundamental Nonlinear Types and Their Components

2.1. Basic Mathematical Principles in The Nonlinear Structural Behaviors

A simple structural system with a single linear spring is tackled to solve the geometric nonlinearity and material nonlinearity problems in this study (Figure 3). Linear and geometric nonlinearity effects are analyzed with a graphical-based solution approach [1-4]. In all of these examples, the strain was considered as axial engineering strain. If we write the term residual in terms of force, it is taken into consideration as the difference between the internal force and the external force. All of these samples are obtained by graphical-based analysis and sketched for their residual graphics. Depending on the residue, the total force residual form is in the static equilibrium as:

$$r(u, \Lambda) = 0 \quad (\text{Eq.1})$$

In Eq. (1), u is defined as “state variable” and used to indicate the degree of freedom of the structural system. Λ is defined as “control parameter” and used to show “load transfer coefficient” in the structural behavior (Table 1). In general, all states except for static equilibrium are managed by the balanced force residual form as:

$$r(u, \Lambda) = p(u) - f(u, \Lambda) \quad (\text{Eq.2})$$

In Eq.(2), $p(u)$ $f(u, \Lambda)$ are defined as “internal force”, “external force”. If the structural system is conservative, in other words, there is no energy loss in the system, then the residual form is considered a partial derivation of the potential energy according to the state vector. In the study, the fundamentals of nonlinear structure behavior are explained using “residual form” and “Potential energy” principles. In particular, the nonlinear structure behavior problems are generally solved using quasi-static based solution techniques. However, in order to examine the residual form concept, it is preferred to use a graphical-based solution approach instead of quasi-static based solution techniques. In the light of this topic, the following application example includes solutions including ‘linear’, “geometric” and “geometric and material nonlinearity”. On the basis of the application, the term Λ in $f(u, \Lambda)$ will be defined using the control parameter called “load parameter” λ .

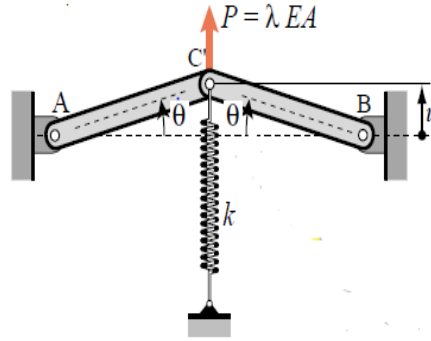


Figure 3 A Typical Structural System for An Explanation of Nonlinear Behavior

Table 1 The Definitions and Formulations Utilized in Example

u	Deflection	-
P	External force	$\lambda * E * A$
θ	Deflection angle	-
μ	Dimensionless deflection	u/L
L_d	Deflected bar length	$L\sqrt{1 + \mu * \mu}$
δ	Bar elongation	$L\sqrt{1 + \mu * \mu} - L$
k	Spring constant	$\beta (EA/L)$
ϵ	Axial engineering strain	$\sqrt{1 + \mu * \mu} - 1$
σ	Axial stress	$E * \epsilon$
$F_{AB}=F_{BC}$	Bar force	$A * E * \epsilon$
F_s	Spring force	$\beta * E * A * \mu$
β	Dimensionless Rigidity Constant	0.1,0.2,...,1.0
λ	Parameter of load	0,1-5,0

2.2. Example

The structural analysis of application example is examined for geometric and material nonlinear behavior. The material nonlinearity is tackled considering a bilinear stress-strain relation (see Figure 3). Considering Eq 1., the residual form is constituted as:

$$\tan(\theta) = \frac{u}{L} = \frac{\theta}{1} = \mu \quad (\text{Eq. 3})$$

$$2F_b * \sin(\theta) + F_s = P \quad (\text{Eq. 4})$$

$$r = 2(\sqrt{1 + \mu * \mu} - 1) * \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu * \mu}} + \beta * \mu - \lambda = 0 \quad (\text{Eq. 5})$$

The stress-strain relation for bilinear behavior of material is utilized for the depiction of material nonlinearity (see Figure 4). While the residual form obtained from nonlinear case is shown in Figure 5, the variation between the unidimensional state variable μ and control parameter λ is displayed for geometric nonlinearity case in Figure 6.

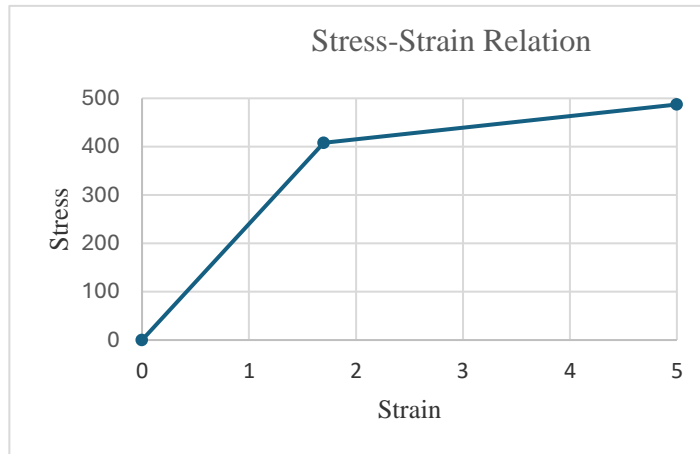


Figure 4 Material Nonlinearity Behavior

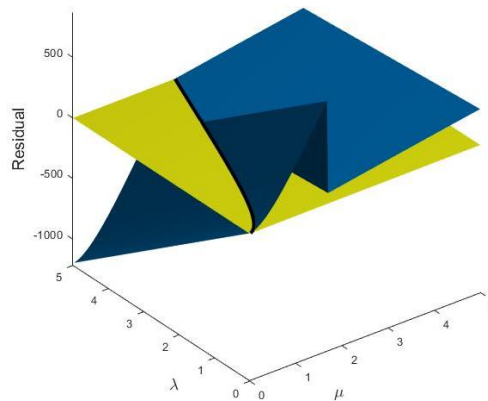


Figure 5 The Residual Shape

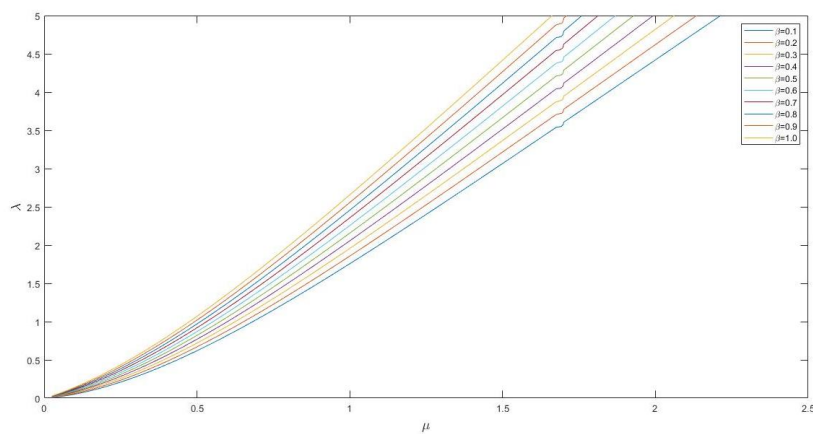


Figure 6 The Variation between the unidimensional state variable μ and control parameter λ

3. DISCUSSION OF RESULTS

Some results are drawn as:

- **Impact of Nonlinearity Types:** The residual form varies significantly based on the type of nonlinearity considered. Notably, changes in the Elastic Modulus lead to substantial variations in the residual form, emphasizing the importance of elastic parameters in structural analysis.
- **Relation Between Dimensionless Rigidity Constant (β) and Deflection:** An increase in the dimensionless rigidity constant β results in a decrease in the dimensionless deflection (μ). This suggests that enhancing a structure's rigidity can effectively reduce deflection, a crucial aspect when analyzing load-bearing structures.
- **Load Parameter (λ) and Deflection Relationship:** An increase in the load parameter (λ) leads to an increase in the dimensionless deflection (μ). This finding underscores the tendency of structures to display nonlinear responses under heavy loads, where high loads significantly contribute to increased deflection. This insight is particularly relevant in assessing the effects of substantial loads on load-bearing structures.
- **Sudden Variations in Elastic Modulus:** Sudden changes in the Elastic Modulus cause abrupt shifts in the relationship between μ and λ parameters. This is critically important for materials where elastic properties may suddenly vary, highlighting a factor that must be addressed in nonlinear analyses. The study concludes that abrupt changes in material behavior can also markedly impact the overall structural behavior.
- **Nonlinear Behavior and Increased Deflection:** Nonlinear structural behavior leads to an increase in the deflection of the system. This finding suggests that nonlinear analyses may yield more realistic results in terms of deflection, in contrast to linear analyses. This underscores the necessity of nonlinear analysis for accurate modeling of long-term structural behavior under load.

4. CONCLUSION

This study seeks to enhance understanding of how different nonlinearity types affect residual form through a graphical-based solution approach. The use of a graphical solution method provides visual clarity on the relationships in nonlinear structural analysis, effectively illustrating how different parameters impact residual form. This approach emphasizes the effectiveness of graphical methods in analyzing nonlinear behavior.

For future studies, utilizing established solution techniques for a more comprehensive analysis is recommended. Including similar structural analysis examples with benchmark significance could further enrich the understanding of residual form. Additionally, comparing different methods used in nonlinear analyses and their effects on residual form could yield valuable insights for the field.

REFERENCES

- [1] Crisfield MA, *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures: Essentials*, John Wiley and Sons Inc., England, 1991.
- [2] Crisfield MA, *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures: Advanced Topics*, John Wiley and Sons Inc., England, 1997.
- [3] Nayfeh AH and Pai PF, *Linear and Nonlinear Structural Mechanics*, John Wiley and Sons Inc., England, 2004
- [4] Wriggers P, *Nonlinear Finite Element Methods*, Springer, 2008

DIABETIC NEUROPATHIC PAIN MANAGEMENT

DİYABETİK NÖROPATİK AĞRI YÖNETİMİ

Doç. Dr. Berna DİNCER ¹

¹ İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, berna.dincer@medeniyet.edu.tr
0000-0001-7284-7495

ABSTRACT

Management of neuropathic pain includes pharmacologic and non-pharmacologic interventions for lifestyle intervention and symptom relief. A patient-centered and holistic approach should be taken when planning treatment. The aim of treatment is to achieve and maintain glycemic control, control risk factors and improve quality of life. Interventions such as providing lifestyle change with exercise and diet, improving mood and sleep quality will positively affect the quality of life of the patient, as well as contributing to the improvement of physical function by enabling the individual to exercise more. Treatment and care for neuropathic pain should be planned with a multidisciplinary team. Neuropathic pain treatments aim to affect only the intensity of pain, not abnormal perceptions such as dysesthesia. Pain intensity must be assessed before and after treatment. When planning treatment, patients should be informed that the pain will not disappear completely and unrealistic expectations should be prevented. If pain control remains below 30%, it is recommended to change the drug class. Hospitalization should be considered for patients with prolonged symptoms. Sudden changes in glycemic control may also increase pain intensity or worsen painful symptoms. Therefore, although its effect is still a matter of debate, a balanced control of blood glucose levels is considered one of the most important steps to be taken in the treatment of neuropathic pain. Other treatment options such as oral hypoglycemics and insulin should be considered in patients who do not comply with the diet and exercise protocol established for this purpose. Diabetic neuropathic pain treatments aim to reduce pain intensity and improve quality of life by stimulating the sympathetic system. Although there are many analgesics used for neuropathic pain, there is not yet an effective agent for its definitive treatment. Different patient-oriented options are evaluated in line with individualized treatment.

Key Words: Diabetes, Pain, Management, Neuropathic Pain, Treatment, Care

Introduction

Diabetic Neuropathic Pain

The concept of 'pain' was first used about 3000 years ago in a medical book called 'Huang Di Nei Jing'. It was argued that pain arises as a result of the inequality between 'yin' and 'yang', that is, opposites. In Western medicine, this concept was first used in Homer's epics. In the definition made by the International Association for the Study of Pain (IASP) in 2020, pain was accepted as “an unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage” (Degu et al. 2019;Chen 2011).

Neuropathic pain was defined for the first time by the International Association for the Study of Pain (IASP) as “pain initiated or caused by a primary lesion or dysfunction in the nervous system”. This definition has been criticized for not focusing on a specific nerve lesion and allowing a wide range of pain syndromes to be included in the definition. The IASP Neuropathic Pain Special Interest Group updated the definition of neuropathic pain in 2011 and defined it as “pain caused by a lesion or disease of the somatosensory nervous system”. In this revised definition, the word “dysfunction” was removed, which could classify other types of pain, such as fibromyalgia, as neuropathy. Neuropathic pain is not a disease but a symptom associated with many different diseases and involvement in the nervous system (Mitsikostas et al. 2022; Aslam et al.2014).

Epidemiology of Diabetic Neuropathic Pain

The incidence and prevalence of neuropathic pain is difficult to assess precisely. In the absence of validated standard diagnostic criteria for the diagnosis of neuropathic pain, and because it is not recognized or reported in association with many disease states, the results obtained should be treated with caution. Nevertheless, it has been suggested that the prevalence of neuropathic pain in the general population ranges from 1.6% to 17%. The prevalence is higher in chronic diseases such as diabetes or cancer (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011).

Increasing prevalence of diabetes predisposes to an increase in diabetes-related complications. Painful diabetic neuropathy is a serious complication of diabetes and the most common cause of all neuropathic pain. Approximately 30-50% of individuals diagnosed with diabetes have neuropathic pain (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann,

A., et al. 2011). Approximately 10% of patients experience persistent pain. The prevalence of diabetes-related neuropathic pain is 11% in the USA, 21% in the UK, 53.7% in the Middle East, 38% in South Asia and 32% in Europe. The prevalence of neuropathic pain is more common in individuals with Type 2 diabetes (15-30%) than in individuals with Type 1 diabetes (5-10%). The prevalence of neuropathic pain increases with the age of the patient and the duration of diabetes and can exceed 50% in individuals with Type 2 diabetes over 60 years of age. Neuropathic pain is more common in women (38%) than in men (31%) (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

Etiology of Diabetic Neuropathic Pain

Neuropathic pain is a condition caused by neurological diseases or lesions. Pain can also develop as a consequence of various endocrine dysfunctions, viral infections (postherpetic neuralgia), trauma (spinal cord injury), or as an effect of treatment such as chemotherapy. Pain is also associated with gluten neuropathy, COVID-19 disease and prolonged intensive care hospitalization (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

In individuals with diabetes, duration of diabetes, presence of IGT and high hyperglycemic load caused by HbA1c levels increase the risk of developing neuropathic pain. Pain is also associated with the presence of cardiovascular risk factors such as high triglyceride levels, obesity, smoking and hypertension. Associated risk factors include genetic predisposition, female gender, age, tall stature and affected anatomical region (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

Clinical Features in Diabetic Neuropathic Pain

The clinical features of diabetes-related neuropathic pain were first documented in the second half of the 19th century. Pavy (1885) reported that pain intensity increased especially at night and was characterized by severe burning. Patients described the pain as needle prick, electric shock, cramp, numbness, and the feeling of walking barefoot on boiling sand or pebbles (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885).

Neuropathic pain is a common and often progressive complication of diabetes. Symptoms of neuropathic pain are highly variable and show a symmetrical “sock and glove” distribution. The pain may develop as intermittent mild symptoms in one or both toes or as severe chronic pain involving both legs and extending to the upper limbs (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885). It may progress from a mild pinprick sensation to burning, stabbing, electric shock sensation. The pain usually occurs at rest and increases in intensity at night. While the decrease in pain over time may be an indicator of recovery, it may also be a sign of sensory loss as a result of nerve damage (Hovaguimian, A., Gibbons, C.H. 2011; Callin, S., Bennett, I. 2008).

Pain may occur spontaneously or may be triggered by some external stimuli. Approximately 69% of patients may develop spontaneous allodynia or hyperalgesia as a result of contact with non-painful stimuli such as socks, sheets and clothing. Paresthesia and dysesthesia with squeezing, tingling or numbness are also frequently observed (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885). As a result of sensory disturbance in long fibers, unstable walking, falls and ataxia may develop. Most of the patients state that limitation of movement and edema develop in the affected extremity at a certain period of the disease. Loss of strength and weakness in the extremities may also be observed. In addition to all these motor symptoms, symptoms related to autonomic nerve involvement with changes in sweating, color and body temperature may also be observed (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885).

Neuropathic pain is one of the types of pain that occurs as a result of ectopic action potential formation in nociceptive pathways without an identifiable stimulus. Pain is caused by damage to any part of the nervous system and can occur in many different ways. While chronic neuropathic pain is frequently observed in diabetic patients, acute severe neuropathic pain is rare (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885).

Diagnosis of Diabetic Neuropathic Pain

Neuropathy is the most costly complication of diabetes, which has become a worldwide epidemic. Considering the increasing prevalence, many different types and symptoms of diabetic neuropathic pain, it is becoming increasingly important to identify rapid and reliable methods for diagnosis and treatment (Hartemann, A. et al. 2011).

Not all pain that occurs in diabetic patients is due to neuropathy and even neuropathy may not always be painful. These characteristics of pain make diagnosis difficult. Poorly controlled or uncontrolled pain will also have an impact on quality of life, social and physical functioning. Assessment of pain and response to treatment should include evaluation of these factors (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885; Hartemann, A. et al. 2011). The first step in the evaluation of neuropathic pain is to define pain. The diagnosis may not always be easy in clinical practice and requires a comprehensive examination. The diagnosis is determined by the results obtained from the combination of sensory tests, clinical history, laboratory results and physical examination findings (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885; Hartemann, A. et al. 2011).

Treatment of Diabetic Neuropathic Pain

Despite all the advances in the treatment of diabetic-related neuropathic pain, current treatment protocols are not sufficient to completely control pain because its pathophysiology is not yet fully understood. Therefore, the focus of neuropathic pain management is to prevent the development of neuropathic pain and to manage symptoms when it develops (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885; Hartemann, A. et al. 2011).

Management of neuropathic pain includes pharmacologic and non-pharmacologic interventions for lifestyle intervention and symptom relief. A patient-centered and holistic approach should be taken when planning treatment. The aim of treatment is to achieve and maintain glycemic control, control risk factors and improve quality of life. Interventions such as providing lifestyle change with exercise and diet, improving mood and sleep quality will positively affect the quality of life of the patient and contribute to further improvement of physical function by enabling the individual to exercise more. Treatment and care for neuropathic pain should be planned by a multidisciplinary team including physician, diabetes nurse, podologist, psychologist, algologist and physiotherapist. Difficult diagnosis of diabetic neuropathic pain also affects the treatment process. Patients usually cannot establish a link between pain symptoms and diabetes, and they think that the aches and pains in their feet are a natural progression of the aging process. Therefore, they generally do not demand healthcare services for pain (Tesfaye, S. et al. 2013; Meacham, K. Et al.2017; Pavy, F. 1885; Hartemann, A. et al. 2011).

Since the current treatment options for neuropathic pain do not affect the course of the disease at a high level, there is no common opinion about the time to start symptomatic treatment. It is recommended to start treatment when pain starts to have a negative impact on the patient's activities of daily living and quality of life (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

Neuropathic pain treatments aim to have an effect only on pain intensity, not on abnormal perceptions such as dysesthesia. Pain intensity must be evaluated before and after starting treatment. A decrease in neuropathic pain does not always mean that the lesions have resolved. A decrease in pain intensity may be associated with the loss of nerve fibers. Therefore, it is difficult to prove that neuropathic pain treatment is effective. While treatments for neuropathic pain have shown promise in animal models, they have not been sufficiently successful in clinical human trials. Clinically, a reduction in pain of at least 30% is considered a success. Therefore, patient education is an important part of neuropathic pain management. When planning treatment, patients should be informed that pain will not disappear completely and unrealistic expectations should be prevented. If pain control remains below 30%, it is recommended to change the drug class. Hospitalization in the clinic should be considered for patients with prolonged symptoms (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

The Diabetes Control and Complications Study revealed that poor glycemic control plays a role in the emergence of peripheral neuropathy. There are also various mechanisms explaining the important role of hyperglycemia in neuropathic pain (Mitsikostas, D.-D. Et al.2022). Abrupt changes in glycemic control may also increase pain intensity or worsen painful symptoms. Therefore, balanced control of blood glucose levels is considered to be one of the most important steps to be taken in the treatment of neuropathic pain, although its effect is still a matter of debate. Other treatment options such as oral hypoglycemics and insulin should be considered in patients who do not comply with the diet and exercise protocol established for this purpose (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

Diabetic neuropathic pain treatments aim to reduce pain intensity and improve quality of life by stimulating the sympathetic system. Although there are many analgesics used for neuropathic pain, there is not yet an effective agent for definitive treatment. Different patient-oriented options are evaluated in line with individualized treatment. It is also important to

exclude other possible causes of neuropathic pain such as alcoholism, vitamin deficiencies and HIV infection when planning treatment. Serotonergic and noradrenergic systems are effective in the pathophysiology of chronic pain. Therefore, anticonvulsants (Carbamezapine, Valproic acid, Gabapentin, Pregabalin) and antidepressants (Clomipramine, Amitriptyline, Duloxetine, Imipramine) can be used when local anesthetics (Lidocaine) and opioids (Tramadol, Fentanyl) are not sufficient for pain management. In addition, various interventional methods such as spinal cord stimulation and TENS are also used in pain management (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011).

Although there are various drug treatment options for painful diabetic neuropathy, pain management is very difficult due to drug resistance, polypharmacy, safe drug use and risks related to drug interactions. The drugs used cause many adverse effects such as mood disturbance, constipation and sedation and provide partial relief of the severity of neuropathic pain. These patients may also develop a risk of addiction due to increasing doses of opioids and additional analgesics. In addition, combined therapies and frequent changes in medications increase the cost of health care delivery and medical treatment (Mitsikostas et al. 2022; Bates et al. 2019; Tatiraju, D.V.2013; Hartemann, A., et al. 2011; Pasero, C. 2004; Abbott, C.A. et al. 2011; Alleman, C.J.M. et al. 2015).

Conclusion

Due to the negative effects of diabetes-related neuropathic pain on quality of life, a comprehensive and multidisciplinary approach should be adopted in its management. There are various treatment protocols for painful diabetic neuropathy, but the abundance of options and lack of guidelines make pain management difficult. Despite all interventions, it is not possible to completely eliminate pain, prevent or completely reverse neuropathy

References

Abbott, C.A., Malik, R.A., Van Ross, E.R., Kulkarni, J., Boulton, A.J.M. (2011). Prevalence and characteristics of painful diabetic neuropathy in a large community-based diabetic population in the UK. *Diabetes Care*, 34(10), 2220-2224.

Alleman, C.J.M., Westerhout, K.Y., Hensen, M. Chambers, C., Stoker, M., Long, S., E van Nooten F. (2015). Humanistic and economic burden of painful diabetic peripheral neuropathy in Europe: A review of the literature. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 109(2), 215-225.

- Aslam, A., Singh, J. ve Rajbhandari, S. (2014). Pathogenesis of painful diabetic neuropathy. *Pain research treatment*.
- Bates, D., Schultheis, B.C., Hanes, M.C., Suneil M. Jolly, S.M., Chakravarthy, K.V., Deer, T.R., Levy, R.M., MD, Hunter, C.W. (2019). A Comprehensive Algorithm for Management of Neuropathic Pain. *Pain medicine*, 20(1), 2-12.
- Bebek, N., Ertafl, M. (2007). Nöropatik ağrı. *Ağrı*, 19(3), 5-10.
- Callin, S., Bennett, I. (2008). Diagnosis and management of neuropathic pain in palliative care. 14(1), 16-21.
- Chen, J. (2011). History of pain theories. *Neuroscience bulletin*, 27(5), 343-350.
- Degu, H., Wondimagegnehu, A., Yifru, Y.M., BelachewI, A. (2019). Is health related quality of life influenced by diabetic neuropathic pain among type II diabetes mellitus patients in Ethiopia. *PLoS One*, 14(2).
- Hartemann, A., Attal, N., Bouhassira, D. Hartemann, A., Attal, N., Bouhassira, D., Dumont, I., Gin, H., Jeanne S., Said, G., Richard, J.L (2011). Painful diabetic neuropathy: Diagnosis and management. *Diabetes & Metabolism*, 37(5), 377-388.
- Hovaguimian, A., Gibbons, C.H. (2011). Clinical approach to the treatment of painful diabetic neuropathy. *Therapeutic advances in endocrinology metabolism*, 2(1), 27-38.
- Meacham, K., Shepherd, A., Mohapatra, D.P., Haroutounian, S. (2017). Neuropathic pain: central vs. peripheral mechanisms. *Current pain headache reports*, 21(6), 1-11.
- Mitsikostas, D.-D., Moka, E., Orrillo, E. Aurilio C, Vadalouca A, Paladini A, Varrassi G. (2022). Neuropathic Pain in Neurologic Disorders: A Narrative Review. *Cureus*, 14(2)
- Pasero, C. (2004). Pathophysiology of neuropathic pain. *Pain Management Nursing*, 5(4), 3-8.
- Pavy, F. (1885). Introductory Address To The Discussion on the Clinical Aspect of Glycosuria. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 126(3250), 1085-1087.
- Tatiraju, D.V., Varsha, M., Jadhav, V.K., Kadam, V., Varsha B Bagade, V.B., Karambelkar, P.J. (2013). Painful Diabetic Neuropathy: Mechanisms to Management. *Journal of Advanced Pharmacy Education Research* 3(3).
- Tesfaye, S., Boulton, A.J.M., Dickenson, A.H. (2013). Mechanisms and Management of Diabetic Painful Distal Symmetrical Polyneuropathy. *Diabetes Care*, 36(9), 2456-2465.

COMFORT AND ITS IMPORTANCE IN NURSING PRACTICE

HEMŞİRELİK UYGULAMALARINDA KONFOR VE ÖNEMİ

Doç. Dr. Berna DİNCER¹

¹ İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, berna.dincer@medeniyet.edu.tr
0000-0001-7284-7495

ABSTRACT

Since Florence Nightingale's first reports in Notes on Nursing, it has been expressed as “The relief and comfort obtained is, in fact, nothing more than a sign of vital importance”. In the nursing literature, it can be seen that this concept has been the target of many studies, is present in the daily practice of nurses and has been added to various aspects of the concepts. One of these theories is the Comfort Theory of Katharine Kolcaba, who is considered to be the principal researcher of the concept of comfort. Through her Theory of Comfort, Katharine Kolcaba idealizes it as an outcome of nursing care that is addressed in the four holistic contexts of human experience, defined as states of complete satisfaction, achieved through the empowerment of basic human needs, relaxation, tranquility and transcendence: physical (bodily sensations or homeostatic mechanisms); psychospiritual (inner self-consciousness, including the meaning of individuals' lives, self-esteem, self-concept, sexuality, as well as relationships with a supreme being); sociocultural; environmental (external environment, including infrastructure, conditions and influences). Thus, in this theory, for nursing interventions to have a positive outcome, nurses need to recognize that patients need comprehensive and holistic care in order to meet their patients' unmet needs, provide and promote the highest level of comfort. However, comfort is defined as a state in which the patient satisfies a specific need and it is necessary to act globally to satisfy it.

Guided by comfort theory, nurses identify individual comfort needs specific to the patient in a stressful health environment, plan and implement nursing interventions that increase comfort for unmet needs and life, and increase comfort by increasing comfort. These principles can contribute to improving the health status of individuals, reinforcing health-promoting behaviors, and increasing individual and caregiver satisfaction with the quality of care and support.

Key Words: Confor, Nurse, Care, Kolcaba, Comfort Theory

Introduction

Comfort Concept

Comfort, which expresses the quality of life, is a basic human need that we strive for from the moment we are born. The word comfort, used by Florence Nightingale and more than one nursing theorist, is a progressive part of the nursing process (Carrero et al., 2016). Comfort in nursing is expressed in terms of nursing function, intervention and the intended outcome of most nursing interventions.

Comfort and patient/personal comfort is a complex, individual and holistic concept that is traditionally a fundamental theme of the nursing profession and is based on the function of rest (Demir & Özer, 2022). Relaxation in nursing is seen to be a positive, holistic, multi-dimensional and principled action principle (Terzi & Kaya, 2017).

In 1929, Katherina Kolcaba realized that the concept of comfort in nursing discipline could not be seen only as the mental comfort of the individual. For 15 years, she emphasized the importance of comfort in the care process and worked to develop the concept of holistic comfort. In 1988, he explained the rest of the taxonomic structure as three levels and 4 dimensions. In 1994 Kolcaba developed the comfort theory and in 2003 he published the book “Comfort theory and practice: A vision for holistic care and research” (Terzi & Kaya, 2017).

The viewpoint underlying the comfort theory is based on wholeness in the first view, individual needs in the second view and Murray's theory of human compulsion (1938) in the third view. The last aspect of the theory utilizes three intermediate level theories developed by various theorists such as Henderson, Paterson and Orlando. Kolcaba combined these three approaches to develop the comfort theory and its sub-concepts (Otohe et al., 2022).

The Word Holism (Holism): Holism for nursing is seen as the internalization of mind, body and spirit with the environment. For the entire Kolcaba concept; the person is a whole consisting of mental, spiritual and emotional experiences linked to his/her physical structure in an appropriate social and environmental environment. Human Needs: The field of health is concerned with meeting the basic needs of the individual according to the individual's individual and cultural characteristics (Türker et al., 2022).

Learned Needs-Pressure Theory: In Henry Murray's theory of human pressure developed in 1939, there is a relationship between individual needs and environmental pressures in the environment they live in. Murray states that there are two types of pressures: alpha pressure (externally perceived environmental pressure) and beta pressure (the person's perception of environmental conditions) (Kolcaba, 2015). Negative forces (force), positive forces (suppliers) and interacting forces create alpha pressure, while individual perceptions of the movement of forces under alpha pressure create beta pressure. The concept of nursing interventions undertaken to meet health care needs and ensure patient comfort in a health care setting is defined as beta pressure. As a result, it has been suggested that an increase in the perception of comfort leads to an increase in the individual's positive behaviors towards improving health, life purpose and life activities (İlter & Ovayolu, 2021).

Comfort in Nursing Practices

Since Florence Nightingale's first reports in Notes on Nursing, it has been expressed as “The relief and comfort obtained is, in fact, nothing more than a sign of vital importance”. In the nursing literature, it can be seen that this concept has been the target of many studies, is present in the daily practice of nurses and has been added to various aspects of the concepts. One of these theories is Katharine Kolcaba's Comfort Theory (Kolcaba, 2015), which is considered as the main researcher of the concept of comfort. In this sense, this author has created and developed a mid-range theory in which comfort is the main element. For Katharine Kolcaba, it is essential to intervene in patients' discomfort and to be able to evaluate the results obtained after the activities (Estridge et al., 2018). Through her Theory of Comfort, Katharine Kolcaba idealizes it as an outcome of nursing care that is addressed in four holistic contexts of human experience, defined as states of complete satisfaction, achieved through the empowerment of basic human needs, relaxation, tranquility and transcendence: physical (bodily sensations or homeostatic mechanisms); psychospiritual (inner self-consciousness, including the meaning of individuals' lives, self-esteem, self-concept, sexuality, as well as relationships with a supreme being); sociocultural (interpersonal, family and social relationships; financial aspects); environmental (external environment, including infrastructure, conditions and influences). Thus, in this theory, for nursing interventions to have a positive outcome, nurses need to recognize that patients need comprehensive and holistic care in order to meet their patients' unmet needs, provide and promote the highest level of comfort (Kolcaba, 2015). However, comfort is defined as a state in which the patient satisfies a specific need and it is necessary to

act globally to satisfy it. From past to present, conceptual and theoretical studies have been conducted that support and guide scientific practices in the field of nursing, how to achieve the purpose of health care, and how to make the patient/person feel comfortable and safe. Nurses evaluate patients in terms of their biopsychosocial integrity, identify problems and provide guidance in problem solving. They use a range of theories and models to increase, decrease and satisfy patient personal satisfaction. The principles and models that nurses use to guide their clinical practice are designed to meet the basic physical, psychosocial and spiritual needs of the patient, to encourage their participation in care and to improve the well-being of the individual (Hladunewich, 2017).

Although nursing includes process and outcome while meeting the needs appropriately; it has been accepted as a part of specialized nursing in nursing theory. Comfort was used by nursing theorists such as Watson, Roy, Henderson, Orlando, Zderad and Paterson (Yücel, 2011). Rest is a positive outcome of health-promoting behavior. Kolcaba rest in principle; defines the basic concepts of nursing discipline as environment, health and human.

Health: It is defined as facilitating the movements of a sick person, family or community by raising them to the highest level of comfort.

Human/Patient Individual: An individual, community or family in need of primary, secondary, tertiary or preventive health care.

Environment: Variable external environment (room/home, vehicle, etc.) to provide comfort; friend/family, position created by the nurse (Terzi & Kaya, 2017).

Conclusion

Under the guidance of comfort theory, nurses define individual comfort needs specific to the patient in a stressful health environment, plan and implement nursing interventions that increase comfort for unmet needs and life, and increase comfort by increasing comfort. These principles can contribute to improving the health status of individuals, reinforcing health-promoting behaviors, and increasing individual and caregiver satisfaction with the quality of care and support

References

- Carrero, J. J., Johansen, K. L., Lindholm, B., Stenvinkel, P., Cuppari, L., & Avesani, C. M. (2016). Screening for muscle wasting and dysfunction in patients with chronic kidney disease. *Kidney International*, 90(1), 53-66.
- Demir, C. A., & Özer, Z. (2022). Hemodiyaliz Tedavisi Alan Hastalarda Semptom ve Konfor İlişkisi/The Relationship of Symptoms and Comfort in Patients Receiving Hemodialysis. *Nefroloji Hemşireliği Dergisi*, 17(1), 10-27.
- Estridge KM, Morris DL, Kolcaba K, Winkelman C (2018). Comfort and fluid retention in adult patients receiving hemodialysis. *Nephrology Nursing Journal*, 45(1): 25-33.
- Hladunewich, M. A. (2017, July). Chronic kidney disease and pregnancy. In *Seminars in Nephrology* (Vol. 37, No. 4, pp. 337-346). WB Saunders.
- İlter, S. M., & Ovayolu, Ö. (2021). Hemodiyaliz Hastalarının Yorgunluk Yönetiminde Kanıta Dayalı İntegratif Yaklaşımlar. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 9(1), 82-88.
- Kolcaba K, *Comfort Theory and Practice A vision for holistic health care and research*, Springer Publishing Company, New York. 5,2003
- Kolcaba K. Katharine Kolcaba's comfort theory. In: Parker M, Smith M, eds. *Nursing Theories & Nursing Practice*. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier; 2015: 389-401.
- Otobe, Y., Rhee, C. M., Nguyen, M., Kalantar-Zadeh, K., & Kopple, J. D. (2022). Current status of the assessment of sarcopenia, frailty, physical performance and functional status in chronic kidney disease patients. *Current opinion in nephrology and hypertension*, 31(1), 109-128.
- Terzi, B., & Kaya, N. (2017). Konfor Kuramı Ve Analizi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 20(1), 67-74.
- Türker, E., Tanrikulu, G., & Çelikten, Ö. (2022). Hemodiyaliz Hastalarında Öz Bakım Gücünün Semptom Yönetimi İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 12(3), 666-674.
- Yücel, Ş. Ç. (2011). Kolcaba'nın Konfor Kuramı. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 27(2), 79-88.

SPIRITUAL CARE IN CANCER PATIENTS

KANSER HASTALARINDA SİPİRİTÜEL BAKIM

Doç. Dr. Berna DİNCER ¹

¹ İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, berna.dincer@medeniyet.edu.tr

0000-0001-7284-7495

ABSTRACT

Cancer, which is one of the chronic diseases, causes many long-term physical, emotional, social and spiritual problems on patients and their families due to its long treatment process, long hospitalization period and the need for home care services. Spiritual distress and needs arising from individuals' efforts to understand human nature and find a solution to spiritual problems and feeling their beliefs and values under threat have led to the concept of spiritual care. Spiritual care is based on nurses diagnosing the spiritual needs of the person, meeting and supporting the needs by making diagnostic interventions. Spiritual care is defined as interventions to meet the spiritual needs of patients and their relatives. Spiritual care is a human-based social service that aims to strengthen the spiritual needs of people in need of care, to increase the level of commitment to life, to harmonize with their own selves, and to remove spiritual concerns. Spiritual care is based on unconditional compassion, accepting the uniqueness of the individual, under the influence of their physical postures, spiritual feelings and thoughts.

Providing spiritual care is an important aspect of integrating a human-centered approach with evidence-based nursing practices. Spiritual care in nursing is defined as an approach that respects the dignity of the person, is based on love and acceptance in the nurse-patient relationship, depends on peace and hope, enables nurses to create awareness in the transcendent dimension of life, and has processes based on intuition, dynamics and healing power. The aim of spiritual care in nursing is to help the patient to understand the feelings of the patient and herself/himself, to find the purpose of her/his life, to achieve inner peace, to gain morale and motivation in fighting her/his illness and to make herself/himself spiritually happy.

Key Words: Cancer, Spiritual Care, Nurse, Care

Introduction

With the introduction of holistic approaches to health care, the spiritual dimensions of individuals have gained value like other dimensions (Sis Çelik, et al., 2014). In the life process, people face the reality of death in cases such as cancer, old age, loss of loved ones. Individuals survive these periods of complexity by creating values and beliefs about themselves, the world and the future together with their individual experiences, cultural and spiritual values. Spirituality is one of the sub-dimensions of these values and beliefs (Hiçdurmaz and Öz, 2013). Many patients diagnosed with cancer use spirituality as a source of strength to cope with the disease and its treatment (Ölmez and Karadağ, 2022). Research has shown that spirituality has positive effects on mental health in cancer patients (Bag, 2013). Spirituality affects the concepts related to health and disease and is effective in the individual's well-being and quality of life (Gönenç, et al., 2016). Spirituality helps patients to comprehend their own essence, empathize, and protect their self-esteem. Spirituality gives individuals hope, strength, relaxation and peace of mind, while at the same time helping individuals to improve their health, reduce pain, help to accept their illness, change individual and personal views, and improve quality of life (Macit and Karaman, 2019). Spirituality is effective in helping patients cope with their illnesses, maintaining well-being, and in the treatment and recovery processes of people with chronic diseases (Atan, et al., 2020). Coping with cancer enables patients to realistically solve problems related to the disease and its consequences, reduce stressful emotions, maintain physical integrity, help maintain social relationships and performance in different roles, and develop a positive self (Peixoto, et al., 2021).

Cancer, which is one of the chronic diseases, causes many long-term physical, emotional, social and spiritual problems on patients and their families due to its long treatment process, long hospitalization period and the need for home care services (Semerci, et al., 2023). Spiritual distress and needs arising from individuals' efforts to understand human nature and to find solutions to spiritual problems and to feel their beliefs and values under threat have led to the concept of spiritual care. In 2000, Govier defined and explained the "5Rs" for spiritual care. Reason and Reflection: Finding the meaning of life, sustaining life, making life more beautiful (painting, visual arts, music, etc.); Religion: Defining spirituality, creating a blueprint for values and faith; Relationships: Building trust, love, hope; Restoration: Positive contribution to the care of physical appearance. Spiritual care should be given according to the patient's expectations and spiritual characteristics and is a part of high-quality care that is based on

mutual relationships, intuitive, selfless and individualized, based on holistic practices and under the responsibility of the nurse (Özer and Pasinlioğlu, 2022). Spiritual care is based on nurses diagnosing the spiritual needs of the person, meeting and supporting the needs by making diagnostic interventions (Uzelli Yılmaz, et al., 2019). Spiritual care is defined as interventions made to meet the spiritual needs of patients and their relatives. Spiritual care is the spiritual support services provided to provide spiritual guidance, support and morale, increase the hope of life and help those who want to worship, except for the treatment received by patients (Dündar, 2021). Spiritual care is the creation of special interventions to support someone else's spirituality. It involves doing it together, accompanying and walking with patients rather than doing it to the patient (Özveren and Gülnar, 2021). Spiritual care is a human-based social service that aims to strengthen the spiritual needs of people who need care, to increase the level of commitment to life, to harmonize with their own selves, and to remove spiritual concerns (Macit and Karaman, 2019). Revered Pamela Baird spiritual care is to be in communication with individuals, to show them compassion, to benefit people and to respect the person. Although spiritual care is based on unconditional compassion, it is under the influence of physical postures, spiritual feelings and thoughts that accept the uniqueness of the individual (Çetintaş, et al., 2021). Spiritual care is individual behaviors that are based on emotional experiences and are shown for people to be in well-being in illness or well-being during their lives (Yelen Akpınar and Aşti, 2021). Spiritual care is the individual's partnership in the treatment of physical, emotional and psychological distress, together with the opportunities to reveal the essence of what they believe in personal understanding (Kaçal, 2018). Spiritual care is to support individuals in times of distress, pain, sadness and fear or in crisis situations that occur suddenly (being sick, having surgery, being disabled, etc.), to help individuals fulfill their religious needs, to provide support in solving their existing problems, to support them to fulfill the requirements of their traditions and beliefs, to support them in giving meaning to their existence and lives (Erişen and Karaca Sivrikaya, 2017). Spiritual care is related to the application of spirituality and is based on the principle of being there or using the presence of the health care provider to bring hope and peace to patients and families. Spiritual care competencies are defined by Baussant and colleagues as including the following competencies (Miller, et al., 2023).

- Recognize spirituality as an integral component of the human experience of illness, healing and health

- Collaborating closely with spiritual care professionals
- Practicing active listening
- Conducting spiritual histories in a patient-centered, confidential and respectful manner
- Respecting patient autonomy

The American School of Nursing Associations, the Joint Board for Accreditation of Healthcare Institutions, stated that one of the nursing education approaches is to train nurses who will determine the “spiritual distress status” in the individuals they care for and provide spiritual care (Kalkım, et al., 2019). The essence of spiritual care is to be selfless in the relationship between the patient and the nurse, to be skillful in communication, to trust, and to act empathetically (Erol, 2020). In the nursing literature, the concept of spirituality is a search for meaning, being connected to any religious culture, balancing trust and energy (Kavak, et al., 2014). Looking at the history of nursing, nursing is not only a profession that provides physical care, but also states that the individual has a spiritual dimension and that the nursing profession should be done with a holistic approach. Nursing sees people as a whole in terms of body, mind and spirit. Holistic nursing care deals with individuals' physical and mental problems as well as their spiritual problems (Burkhardt and Nathaniel, 2013)..Spirituality (spirituality) has the ability to affect the health of individuals, and physicians and nurses state that it can cause functional and psychological diseases in the person under conditions where spiritual needs are not provided (Uslu Şahan and Terzioğlu, 2020). Spirituality becomes more important in stress, crisis events, physical discomfort, approaching death, and in difficult times when values are determined in risk and despair (Erol, 2020). Spirituality gives individuals strength, hope and comfort while enabling them to solve problems, and in this process; It has many benefits such as preventing diseases, achieving better health, reducing pain, reducing tension and depression, enabling them to fight them more easily, increasing the quality of life, and assuming social responsibilities (Erişen and Karaca Sivrikaya, 2017). Unmet spiritual needs have an impact on patient well-being. Cancer is not only a condition in which there are structurally abnormal changes in cells and tissues. For the patient, it is social, spiritual, spiritual, spiritual, physical, physical, spiritual, social and multi-domain; it is defined as a crisis of identity, life and existence. In addition to physical, emotional, psychological and social needs, spiritual needs are also affected at the time of illness, which poses a risk to life. As the severity of the disease increases, spiritual needs become more important (Küçük, 2019; Uslu Şahan and Terzioğlu,

2020). Spiritual needs are the needs that will reduce deprivation in the individual and support spiritual power (Ercan, et al., 2018). The current approach in health is focused on an approach that cares about spiritual health as well as physical health (Aktay, 2022). In order to instill their spiritual values in coping with their illnesses, individuals create tactics such as writing what they believe in religion, sharing, reading other people's prayers, going to conferences to raise their faith values, sharing their beliefs, praying, visiting holy places (Olgun, 2020). Spiritual needs are fundamental for all people and individuals fulfill these needs by establishing a relationship with people or God. Spiritual needs are defined as hope, trust, truth, relationships, forgiveness, love, creativity, emotionality, speaking, consolation, finding the meaning and purpose of life, rituals, prayer and worship (Çınar and Eti Aslan, 2017). Maslow's needs theory mentions that the needs of belonging, being appreciated and revealing one's essence are the spiritual needs of individuals (Kutlu, et al., 2020). Failure to meet these spiritual needs causes loneliness and isolation in individuals (Ercan, et al., 2018). Therefore, meeting the spiritual needs of individuals is extremely important for nurses (Kalkım, et al., 2019). Spiritual needs are an important part of nursing care and assessment (Harrad, et al., 2019). Nurses should consider spiritual needs in order to make accurate and detailed nursing assessment (Ercan, et al., 2018). Florence Nightingale, the founder of the nursing profession, drew attention to spiritual needs and meeting spiritual needs with the sentence that spiritual needs contain serious elements such as the limbs that make up the body, physical issues that everyone sees can touch our mind and psychic state (Özer, et al., 2019). Health-related research, policies and practice guidelines emphasize that spiritual needs are an integral part of holistic / holistic care and are important for quality of life (Köktürk Dalcalı, 2019). In order to maintain quality and holistic nursing care, the spiritual needs of individuals must be met. When spiritual needs are met, individuals' psychological, social and physical well-being increases. Thus, individuals accept their illnesses, can actively participate in the treatment process and can cope with the disease very easily and the healing process is positively affected (Okgün Alcan, et al., 2022). Diagnosis and evaluation of spiritual needs occur during all interactions of nurses with patients. Needs are diagnosed directly or indirectly. The questions are asked classically, the person's attitudes, actions, verbal expressions, individual connections and environment create clues for spiritual needs. The information obtained from the observation is then recorded, combined, analyzed and evaluated (Küçük, 2019). Another method used to determine spiritual needs is scale studies. Scales are easy to use. In the scale method, patients express themselves comfortably and dynamic participation in the interview process is ensured (Otuzoğlu, 2020). Since knowing the

spiritual needs requires appropriate planning, it provides adequate care and happiness for the patient and spiritual satisfaction for nursing (Yelen Akpınar and Aşti, 2021). Spiritual care is based on the inclusion of beliefs in treatment processes together with self-realization and personal learning situations in coping with the person's emotional needs first and then physical and spiritual problems (Karasu, 2020). Spiritual care is the intuitive, social, selfless expressions of nurses based on their awareness but forming the reality of patients (Yelen Akpınar and Aşti, 2021). Spiritual care in nursing is to diagnose the spiritual needs of people, to improve and support them with diagnostic practices. Spiritual care is a part of the holistic care of the nurse focusing on the physical, psychological, social and spiritual needs of patients (Harrad, et al., 2019). Nurses should pay attention to the following approaches when providing spiritual care to patients (Erişen and Karaca Sivrikaya, 2017);

- Patients' spiritual needs, religions and beliefs should be understood,
- Be knowledgeable about religion and beliefs,
- Individuals' religious values and beliefs should be recorded,
- The patient and family should be given the opportunity to express themselves, their stories should be listened to, validated without judgment, and rapport should be established spontaneously in the right situation,
- Individuals should be referred when they seek spiritual counseling,
- Individual beliefs should be respected and access to those responsible should be provided,
- Patients' religiously valued belongings should be respected,
- Collaboration with other staff should be ensured in order to find effective and accurate solutions.

Providing spiritual care is an important aspect of integrating a human-centered approach with evidence-based nursing practices (Miller, et al., 2023). Spiritual care in nursing is defined as an approach that respects the dignity of the person, is based on love and acceptance in the nurse-patient relationship, depends on peace and hope, enables nurses to create awareness in the transcendent dimension of life, and has processes based on intuition, dynamics and healing power (Eskigüleğ and Kav, 2022). The aim of spiritual care in nursing is to help the patient and herself to understand her feelings, to find the purpose of her life, to find inner peace, to gain

morale and motivation in fighting her illness and to make herself spiritually happy (Kurt Sezer and Geçkil, 2020).

Conclusion

For a better quality of life in cancer patients, in addition to biological, psychological and social dimensions, the spiritual dimension should also be considered and evaluated. It has been shown that spirituality in cancer patients affects the quality of life in the axis of emotions, thoughts, relationships and behaviors and is effective in finding meaning, satisfaction, hope, satisfaction, peace and happiness in life. Therefore, it is expected that meeting the spiritual care needs of patients within the scope of the holistic approach model in the cancer treatment process will have a positive effect on quality of life. For all these reasons, it is of great importance to evaluate the spiritual care needs of cancer patients.

References

- Aktay,E.N.(2022).Onkoloji Hastalarına Manevi Destek.Türk Manevi Danışmanlık ve Rehberlik Dergisi,(6):153-161.
- Atan,G.,Özer,Z.,Bahçecioğlu Turan,G. (2020). Kanser Hastalarında Umutsuzluk ve Manevi Bakım Algısının Değerlendirilmesi. Journal of Contemporary Medicine,10(2):266-274.
- Bag,B.(2013). Kanser Hastalarında Uzun Dönemde Görülen Psikososyal Sorunlar. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar,5(1):109-126.
- Burkhardt, M. A., Nathaniel,A.K. (2013).Çağdaş Hemşirelikte Etik(Ş.E.Alpar,N.Bahçecik,Ü.Karabacak, Çev.).İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık
- Çetintaş,İ.,Dirik,F.Z.,İlhan,E.,Akgün Kostak,M.(2021).Hemşirelik Öğrencilerinin Maneviyat ve Manevi Bakım İle İlgili Algıları ve Etkileyen Faktörler. Eurasian Journal of Health Sciences,4(1):38-46.
- Çınar,F.,Eti Aslan,F.(2017). Spiritüalizm ve Hemşirelik: Yoğun Bakım Hastalarında Spiritüel Bakımın Önemi. JAREN,3(1):37-42.
- Gönenç,İ.M.,Akkuzu,G.,Durdu Altın,R.,Möroy,P.(2016).Hemşirelerin ve Ebelerin Manevi Bakıma İlişkin Görüşleri. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(3):34-38.
- Dündar,M.(2021).Hemşirelerin Maneviyat Düzeylerinin Spiritüel İyileştirici Bakım Sıklığına Etkisi (Yüksek Lisans Tezi).İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

- Ercan,F.,Körpe,G.,Demir,S.(2018). Bir Üniversite Hastanesinde Yataklı Servislerde Çalışan Hemşirelerin Maneviyat ve Manevi Bakıma İlişkin Algıları. Gazi Medical Journal (Gazi Tıp Dergisi) , 29(1):17-22.
- Erişen,M., Karaca Sivrikaya,S.(2017). Manevi Bakım ve Hemşirelik. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi,6(3):184-190.
- Erol,F.(2020). Spiritüel Bakımın Hemşirelik Sürecine Yansıması. Journal of Innovative Healthcare Practices (JOINIHP),1(1):30-39.
- Eskigülek,Y.,Kav,S.(2022). Palyatif Bakım Hemşireliğinde Bir Spiritüel Bakım Yaklaşımı: Acıyı Anlamlandırmak. THDD,3(2):144-155.
- Harrad,R.,Cosentino,C.,Keasley,R.,Sulla,F.(2019). Spiritual Care İn Nursing: An Overview Of The Measures Used To Assess Spiritual Care Provision And Related Factors Amongst Nurses. Acta Biomed For Health Professions,90(4):44-55.
- Hiçdurmaz,D.,Öz,F.(2013). Stresle Başetmenin Bir Boyutu Olarak Spiritualite. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi,16(1):50-56.
- Kaçal, Z.,Demirsoy,N.(2018). Yoğun Bakım Hastalarında Spiritüel Değerlendirme. Sakarya Tıp Dergisi,8(2):170-175.
- Kalkım,A.,Dağhan,Ş.,Sağkal Midilli,T.(2019).Hemşire Akademisyenlerin Maneviyat/Manevi Bakım Algıları ve Manevi Bakım Yeterlilikleri. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi,6(2):380-389.
- Karasu,F.(2020). Spiritualite ve Palyatif Bakım.Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi,7(2):231-234.
- Kavak,F.,Mankan,T.,Polat,H.,Sarıtaş,S.Ç.,Sarıtaş,S.(2014).Hemşirelerin Manevi Bakıma İlişkin Görüşleri. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi,3(1):21-24.
- Köktürk Dalcalı,B.(2019).Palyatif Bakım Birimlerinde Manevi Bakım ve Hemşirelik. Sakarya Üniversitesi Holistik Sağlık Dergisi,2(2):29-37.
- Kurt Sezer,H.,Geçkil,E.(2020). Pediatri Hemşirelerinin Duygu Gereksinimleri İle Maneviyat ve Manevi Bakım Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi,7(2):167-174.
- Kutlu,Ö.,Ermin,C.,Aygin,D.(2020). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Spiritüel İyi Oluşları İle Manevi Bakım Algılarının Değerlendirilmesi. Sakarya Üniversitesi Holistik Sağlık Dergisi,3(3):130-142.
- Küçük,L.(2019).Spiritüel Bakım. İçinde:Can,G.,(eds.).Onkoloji Hemşireliği.İstanbul Üniversitesi_Cerrahpaşa Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, Genişletilmiş ve Güncellenmiş 2.Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 713-719.

- Macit,M.,Karaman,M.(2019).Hemşirelerde Manevi Destek Algısının İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi,10(3):293-302.
- Miller,M.,Addicott,K.,Rosa,W.E.(2023).Spiritual Care As a Core Component Of Palliative Nursing. AJN,123(2):54-59.
- Okgün Alcan,A.,Yıldız,K.,Korkmaz,M.(2022). Ortopedik Cerrahi Hastalarının Ameliyat Öncesi Spiritüel Bakım Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi,38(3):193-201.
- Olgun,Ş.(2020). Meme Kanserli Bireylerde Manevi Bakımda Hemşirenin Rolü. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 4(3):268-274.
- Otuzoğlu,M.(2017). Onkoloji Hastalarının Manevi Bakım Gereksinimlerini Belirlemeye Yönelik Ölçeğin Geliştirilmesi (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Ankara.
- Ölmez,N.,Karadağ,E.(2022).Ayaktan Kemoterapi Alan Kanserli Hastaların Spiritüel İyilik Hali ve Psikolojik Dayanıklılık Düzeyi Arasındaki İlişki. Sakarya Tıp Dergisi,12(3):390-402.
- Özer,Z.,Yıldırım,D.,Kocaağalar Akince,E.,Bölüktaş,R.P.(2019).Hemşirelerin Palyatif Bakım Hastalarında Manevi Bakım Uygulamaları. Çekmece İzü Sosyal Bilimler Dergisi,7(14):97-108.
- Özveren,H.,Gülner,E.(2021). Palyatif Bakım ve Hemşirelik. Vadi Matbaacılık, Ankara, Akademisyen Kitabevi.
- Peixoto,T.A.D.S.M.,Peixoto,N.M.D.S.M.,Pinto,C.A.S.,Santos,C.S.V.D.(2021). Nursing Strategies To Support Psychological Adaptation İn Adult Cancer Patients: A Scoping Review. Revista da Escola de Enfermagem da USP-Journal Of School Of Nursing- Universty Of Sao Paulo,1-14.
- Semerci,R.,Uysal,N.,Şahin,E.,Tayaz,E.,Özkan,S.,Özdemir Koyu,H.,Akgün Kostak,M.,Soyer,G.,Pörücü,C.(2023).Kanserli Hastalara Bakım Verenlerin Manevi İyilik Durumları ve Yaşam Kalitelerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi,6(1):1-13
- Sis Çelik,A.,Özdemir,F.,Durmaz,H.,Pasinlioğlu,T.(2014). Hemşirelerin Maneviyat ve Manevi Bakımı Algılama Düzeyleri ve Etkileyen Bazı Faktörlerin Bilinmesi. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi,1(3):1-12.
- Uslu Şahan,F.,Terzioğlu,F.(2020).Hemşirelerin Kanser Hastalarına Yönelik Manevi Bakım Uygulamaları ve Karşılaştıkları Engeller. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi,9(4):340-349.
- Uzelli Yılmaz,D.,Yılmaz,D.,Karaman,D.,Çalışkan,S.(2019). Hemşirelerin Manevi Destek Algıları ve İlişkili Faktörler.JAREN,5(3):188-193.



Yelen Akpınar, Y., Aşti, N. (2021). Maneviyat, Manevi Bakım ve Manevi Bakımın Hemşirelikte Önemi. YOBU Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 2(3): 127-140.

TEACHING TECHNOLOGIES AND MATERIAL DESIGN IN PATIENT EDUCATION

Doç. Dr. Berna DİNCER ¹

¹ İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, bernadincer3@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-7284-7495>

ABSTRACT

In the field of health sciences, different teaching tools are used from time to time, especially in supporting education and training. To facilitate the learning process as well as enriching teaching. Increasing the number of senses involved in learning with the use of tools and equipment supporting education will provide permanent and effective learning. The tools and materials to be used while providing education are selected in line with the learning objectives, characteristics of the students, learning environment, learning method, design features of the tools and materials, skills and attitudes of the educators, cost and time. In addition to these, the field of instructional technologies is also utilised. Learning technologies are used in designing, developing, organising and evaluating the learning process and the learning resources to be used in this process. Instructional process can be considered as a system in which learner, teacher, learning environment and instructional materials are well organised to achieve learning objectives. This system consists of three stages: analysis, design and development and evaluation. The analysis stage is the first stage which includes determining the learning motivation and learning style of the learners, the objectives aimed to be gained by the learners at the end of the instruction and the prerequisite behaviours necessary to achieve these objectives. Design and development phase is the phase in which the tools for measuring the knowledge, skills and attitudes aimed to be gained by the learners are used. Evaluation phase is the last phase of the process in which the developed instructional plan and materials are evaluated before implementation. The evaluation of the product is the implementation. In the evaluation of the training material, the weak and superior aspects of the teaching plan and materials are determined while using them, and the deficiencies are tried to be eliminated with repeated applications.

Key Words: Technology, material, patient, education, design

Introduction

Technology has an important place in human life. In terms of education, it should assume an auxiliary role in teaching. It is of great importance to use technology, which is called the direct application of science in human origin such as transportation, service, industry and trade, as an auxiliary element in the education and training process. It is possible to use technology to a greater or lesser extent in different processes and areas of all disciplines. But what is essential here is a qualified is to use technology as a tool in the realization of teaching (Sönmez, 2008).

Benefits of Educational Technology:

- Creating a wide range of opportunities by freeing teachers and students
- Offering a variety and quality of applications
- Providing more exposure to primary sources
- Creating equal opportunities
- Preparing the ground for the development of creativity by individualizing teaching
- It is a suitable system for increasing motivation and reaching large masses in a short time (Sönmez, 2008; Altun & Ateş, 2012; Morrison et al., 2012).

Basic Concepts Related to Patient Education

Education is defined as “the process of bringing about desired changes in the behavior of individuals through their own experiences”. The aim of education is to provide individuals with knowledge and to teach them the ability to put this knowledge into practice. There is a rapid change in the period we are in.

Keeping up with the change seems to be possible by keeping up with the mobility in the structure of education. At this point, it is necessary to change the meanings attributed to the concept of education. In order to become a productive society, the necessity to bring the methods and processes of education into close focus is in parallel with the developments in information technologies (Açıkgöz, 2009).

Adult Education

An adult is defined as an individual who can take responsibility, has a sense of identity, has his/her own experiences and experiences, and has a developed sense of self-responsibility. Adult education (andragogy) is planned educational activities organized and carried out by public or private organizations to provide adults with knowledge, skills and attitudes in various fields. Adult education is different from other types of education. This is because adults learn when education is short-term and when they have the knowledge and skills that can be applied and when they are ready to learn in line with their needs (Hacıalioğlu, 2013; Arsand, 2012).

Health Education

The main aim of health education is to provide the necessary skills to protect and improve the health of the community. The best way for people to solve their own health problems is to improve their health under the guidance of health personnel and other public officials. In this context, education is important. Health education is of great importance in improving public health. Eliminating problems and improving health within the scope of education is possible by providing educational services. Health education requires a multifaceted approach, national and international cooperation, and the participation and support of individuals who make up the society (Hacıalioğlu, 2013; Arsand, 2012).

In general, the main objectives of health education are to explain and convince individuals of the value of health, to enable individuals to make the right decisions about health, to support individuals' behaviors that will create a healthy lifestyle, to help individuals solve their own health problems, to support the individual to gain health and independence, to maintain the necessary health care of the sick / healthy individual at home, to accustom the individual to healthy living, to improve the quality of care and to reduce the cost of health services (Taşocak, 2017; Lin et al, 2005; Şenyuva and Taşocak, 2007; Nemcová and Hlinková, 2013; Chrvalaa et. al., 2016).

An effective health education aims to make the knowledge and behaviors that should be known and done to improve health positively and the knowledge and behaviors that should be adopted into habits. In our country, a significant portion of healthcare professionals do not give enough space to this issue in their practices because they do not consciously comprehend the importance of health education. Health education provides desired behavioral change by taking into account

the expectations, priorities, traditions, beliefs and values, health and disease perceptions of the individual, family and society. People's behavioral change in any health-related issue depends on their level of education, knowledge on that subject, socio-cultural factors, personal beliefs, and their perception of illness and health (Taşocak, 2017).

Patient Education

Patient education is one of the basic areas where basic nursing roles are performed in order to determine and meet the health needs of the patient, his/her family and relatives. Patient education, which aims to enable the patient to achieve health as soon as possible by gaining the desired behaviors, takes place in line with the learning / teaching process. (Taşocak, 2017; Lin et. al., 2005; Nemcová and Hlinková, 2013; Chrvalaa et. al., 2016).

In patient education, education is organized in line with the learning experiences of the individual, the purpose and objectives of the education. It is very important to determine, implement and evaluate all stages of the education process and learning objectives correctly. Especially in chronic diseases, the patient needs to make self-care behaviors a lifestyle change (Taşocak, 2017; Özdemir, 2005; Lin et. al., 2005; Nemcová and Hlinková, 2013; Chrvalaa et. al., 2016).

Today, patient education primarily aims to enable patients and their relatives to make the right decisions about care and take responsibility. Treatment of chronic diseases takes a long time and reduces the patient's quality of life. The quality of care is based on medication and other methods and patients' ability to manage their illness. Patient education should be considered as a step in the treatment and care process. Patient education is necessary and essential to improve the quality of life and the quality of services provided, to reduce hospital admission and length of hospitalization for chronic diseases, to reduce medical, personal and social costs, and to ensure standardization in information. Patient education requires a multidisciplinary approach and is systematic and continuous (Taşocak 2017).

The fact that human being is a multidimensional being leads to diversity in the desired behaviors targeted in education. For this reason, the behavioral changes aimed in patient education should be clear and understandable in the objectives.

Preparation and Selection of Teaching Materials

In a rapidly developing and changing world, individuals are not expected to obtain information from a single source, and it is aimed to raise individuals who know the ways to access information, use them and create solution methods by using information in the face of the problems they face. For this purpose, it is of great importance for instructors to use instructional technologies and instructional materials in designing effective learning environments. The use of materials in education provides easy access to the envisaged goals by preparing an effective education and training environment. The use of materials in education facilitates perception and learning, attracts attention and arouses interest. In learning, it makes time efficient, reinforces knowledge and helps retention. It facilitates the recall of learned information (Sönmez, 2008; Altun & Ateş, 2012).

What increases the importance of using materials in education is the emotional relationship between learning and sense organs. Teaching materials provide multiple learning environments. 83% of our learning takes place through the senses of sight, 11% through hearing, 3.5% through smell, 1.5% through touch and 1% through taste. In addition, people remember 10% of what they read, 20% of what they hear, 30% of what they see, 50% of what they both see and hear, 70% of what they say and 90% of what they do and say. The more sensory organs of the learner are addressed, the greater the teaching effectiveness and the more meaningful, permanent and fast the teaching becomes. Addressing more than one sense organ in teaching necessitates the use of materials. Because it is not possible to provide this in traditional teaching environments, it is necessary to prepare teaching environments containing very rich colorful visual and auditory messages (Sönmez, 2008; Altun & Ateş, 2012).

Instructional materials help learners to meet their individual needs. Each learner's learning needs and style are different. A different dimension of learning style was considered important by each theorist and many learning styles were created (Sönmez, 2008, Altun & Ateş, 2012; Morrison et al., 2012).

Conclusion

With the use of technology in education, an environment for lifelong learning and taking an active role in accessing information is provided through real learning experiences by providing a productive, fast education and learning environment with effective and permanent learning that achieves individual learning goals. The use of technology in education is an important

opportunity to meet the needs. For nurses working in the health field, the ability to use technology has become an important and necessary element. The use of technology in health care services not only improves the quality of life of the patient and the quality of health care services, but also contributes to health institutions economically.

References

- Açıkgöz KÜ. Etkili Öğrenme ve Öğretme. 1. basım. İzmir: Kanyılmaz Matbaası; 2009, s:5-20
- Altun E, Ateş A. İletişim Teknolojileri. İçinde: Demirel Ö, Altun E, edt. Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı. 7. baskı. Ankara: Pegem Akademi; 2012, s. 87-112.
- Arsand E, Frøisland DH, Skrøvseth SO, Chomutare T, Tatara N, Hartvigsen G, Tufano JT. Mobile health applications to assist patients with diabetes: lessons learned and design implications. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2012; 1197-1206.
- Chrvalaa CA, Sherrb D, Lipman RD. Diabetes self-management education for adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review of the effect on glycemic control. *Patient Education and Counseling*. 2016; 926–943.
- Hacıalıoğlu N. Hemşirelikte Öğretim Öğrenme ve Eğitim. İstanbul: Nobel Kitabevleri Ltd. Şti.; 2013, s.13-16, 91-100, 137-141.
- Lin TC, Wittevrongel L, Moore L, Beaty LB, Ross S. An internet-based patientprovider communication system: randomized controlled trial. *J Med Internet Res* 2005; 7: 47-48.
- Morrison GR, Ross SM, Kemp Je. Kalman H. Dessing Effective Instruction, Çeviri Edt: Varank İ. Etkili Öğretim Tasarımı. Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2012; s. 3- 326.
- Nemcová J, Hlinková E. The Efficacy of diabetic foot care education. *Journal of clinical nursing*. 2013;23: 877-882.
- Sönmez V. Program Geliştirmede Öğretmen El Kitabı. 14. Baskı, Ankara: Anı Yayıncılık; 2008, s. 21-118.
- Şenyuva E, Taşocak G. Hemşirelerin Hasta Eğitimi Etkinlikleri ve Hasta Eğitim Süreci. İstanbul Üniversitesi Florence Nigthingale Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi. 2007; 15(19): 100-106.
- Taşocak G. Hasta Eğitimi. 4. Baskı. İstanbul, İ.Ü

DEPREM VE SAĞLIK; GÖÇMENLERİN AFET SONRASI YAŞADIĞI ZORLUKLAR VE SAĞLIK DURUMLARI

Arş. Gör. ÖZGE ŞANLITÜRK, Doç. Dr. NESRİN İLHAN

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Halk Sağlığı Hemşireliği Ana Bilim Dalı
ozge.sanliturk@medeniyet.edu.tr-ORCID:0009 0000 5820 9833

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Halk Sağlığı Hemşireliği Ana Bilim Dalı
nesrin.ilhan@medeniyet.edu.tr-ORCID: 0000 0002 3926 4308

ÖZET

Afet, yaşamın günlük akışını durdurarak toplumu fiziksel, sosyal ve ekonomik açıdan olumsuz etkileyen, ölümlere, sakatlıklara ve yaralanmalara neden olan bir durumdur. Bu tür olaylar, afetin meydana geldiği toplumun kendi olanaklarının yetersiz kaldığı durumlarda dışarıdan yardım almasını gerektirir (Sönmez, 2022; Altun, 2018). Günümüzde afetlerin sıklığı, doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, sanayileşme, iklim değişikliği, nüfus artışı ve nüfusun afet riski yüksek bölgelerde yoğunlaşması gibi faktörler nedeniyle artış göstermiştir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022).

Depremler, ani gelişen, büyük ölümlere ve hasara yol açan afetlerdir. Bu durum hem depremin meydana geldiği bölgede hem de bu duruma tanıklık eden bireylerde travmatize edici etkiler yaratmaktadır (Koçyiğit ve ark., 2024). Depremler, çevresel sorunlar, kişisel hijyen, su ve besin güvenliği, ruhsal sağlık sorunları ve barınma gibi pek çok problemi beraberinde getirerek yeni halk sağlığı sorunları yaratma potansiyeline sahiptir (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2023; Sönmez, 2022; Ergönül ve ark., 2023). Yerli nüfus üzerinde bu şekilde etkili olan depremler, göçmen gibi dezavantajlı grupları daha belirgin ve ciddi biçimde etkilemektedir (Ruhnke ve ark., 2024).

Deprem sonrası yardım almak için mücadele eden göçmenler, şiddet ve ayrımcılık gibi olumsuz durumlarla karşılaşmamak adına görünmez olmayı tercih edebilmekte ve bu durum, sağlık hizmetlerine erişimlerini zorlaştırmaktadır (Sevinin ve ark., 2023). Son yıllarda göçmen sayısının hızlı artışı, afet bölgelerinde yaşayan göçmenlerin oranını da artırmıştır (Aktuna ve Bahar-Özvarış, 2023; United Nations High Commissioner for Refugees, 2024). Bu nedenle, olası bir afet durumunda kamu tepkilerini gözlemlemek ve sosyal tabakalara, özellikle

dezavantajlı gruplara gerekli destekleri sağlamak, halk sağlığı ve esenliği açısından büyük önem taşımaktadır (Ruhnke ve ark., 2024; Aktuna ve Bahar-Özvarış, 2023).

Anahtar Kelimeler: Afet, Deprem, Sağlık, Göçmen

1. GİRİŞ

Afetler, doğal ve insan kaynaklı olayların toplum üzerindeki yıkıcı etkilerini ifade eder ve bu durum, insanların yaşamlarını, sağlıklarını ve ekonomik durumlarını ciddi şekilde tehdit eder. Özellikle depremler, ani gelişmeleri ve geniş çaplı yıkımları ile toplumlar üzerinde derin izler bırakmaktadır (Sönmez, 2022; Koçyiğit ve ark., 2024). Dezavantajlı gruplar, özellikle de göçmenler, afetlerden daha belirgin şekilde etkilenmekte ve yardım erişiminde ciddi zorluklarla karşılaşmaktadır (Ruhnke ve ark., 2024). Son yıllarda göçmen sayısının hızlı artışı, afet bölgelerinde yaşayan göçmenlerin oranını da artırmıştır (Aktuna ve Bahar-Özvarış, 2023; United Nations High Commissioner for Refugees, 2024). Göçmenlerin afet sonrası yaşadığı ayrımcılık ve sağlık hizmetlerine erişim sorunları, bu bireylerin yaşam kalitesini düşürmekte ve toplumsal dayanışmayı tehdit etmektedir (Sevinin ve ark., 2023; Aktuna ve Bahar-Özvarış, 2023).

Bu bildiri, depremlerin göçmen gruplar üzerindeki etkilerini incelemeyi, bu gruplara yönelik destek mekanizmalarının güçlendirilmesi için önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır. Olası afetlerde toplumsal dayanışmayı artırmak ve halk sağlığını korumak adına atılması gereken adımlar üzerinde durulacaktır.

2. AFET: TANIM, TÜRLER VE DURUM ANALİZİ

Afetler, insanların günlük yaşamını kesintiye uğratarak fiziksel, psikososyal ve ekonomik zararlara yol açan doğal veya insan kökenli olaylardır (Sönmez, 2022). Bir olayın afet olarak kabul edilebilmesi için, toplumu ve yaşam alanlarını olumsuz yönde etkilemesi, ölümlere yol açması, yaşamın akışını bozarak durdurması ve bu süreçte kendi imkanlarının yetersiz kalması sonucu dışarıdan destek ihtiyacının doğması gerekmektedir. Literatürde, afetler genel olarak doğal afetler ve insan kaynaklı afetler şeklinde iki ana kategoriye ayrılmaktadır (Altun, 2018). Doğal afetler, toplumların günlük yaşamını aksatan ve meydana getirdiği hasarları telafi etme kapasitesini aşarak dış yardıma ihtiyaç duyan çevresel olaylardır. Burada kullanılan "doğal" terimi, yaşanan olayın doğayla olan ilişkisini vurgulamak amacıyla kullanılmakta olup, olağan veya normal olarak düşünülmemelidir. Bu bağlamda, "doğa kaynaklı afet" terimi, bu durumu daha net bir şekilde ifade etmektedir (Altun, 2018).

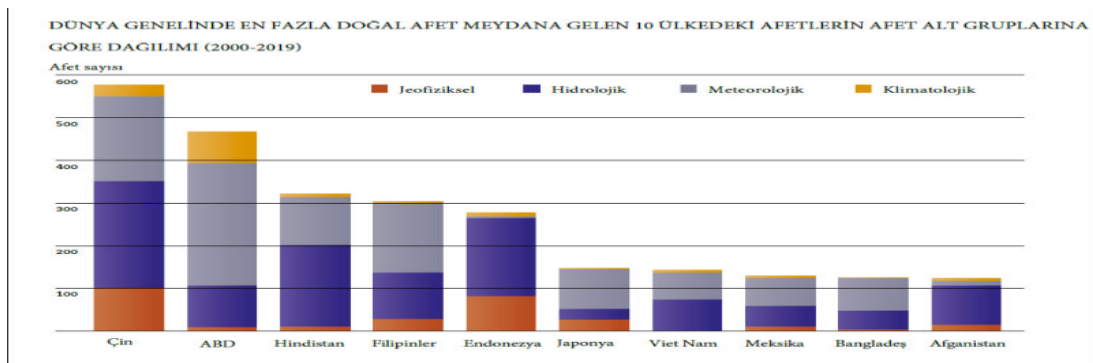
İnsan kaynaklı afetler, "insan yapımı afetler" veya "doğal olmayan afetler" olarak tanımlanmaktadır. Bu tür afetler, doğrudan insan etkinlikleri sonucunda ortaya çıkmakta olup, doğayla bir bağlantıları bulunmamaktadır. İnsan kaynaklı afetler, doğa kaynaklı afetlerde

olduğu gibi ciddi yaralanmalara ve can kaybına yol açarak, toplumsal yapıya ve çevreye önemli zararlar verebilir (Gözükızıl ve Tezcan, 2023). İnsan kaynaklı afetler, çeşitli kategoriler altında incelenebilir. Bu kategoriler arasında nükleer, biyolojik ve kimyasal kazalar yer almakta olup, taşımacılık kazaları da önemli bir risk oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, endüstriyel kazalar ve aşırı kalabalık nedeniyle meydana gelen olaylar, ciddi zararlara yol açabilir. Ayrıca, göçmenler ve yerinden edilmiş bireyler gibi durumlar da insan kaynaklı afetlerin bir parçasını oluşturur (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2024).

Doğa kaynaklı afetler, Afet Araştırma ve Epidemiyoloji Merkezi (CRED) tarafından altı ana kategoriye ayrılmaktadır: jeofiziksel, hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, biyolojik ve uzay kaynaklı afetler.

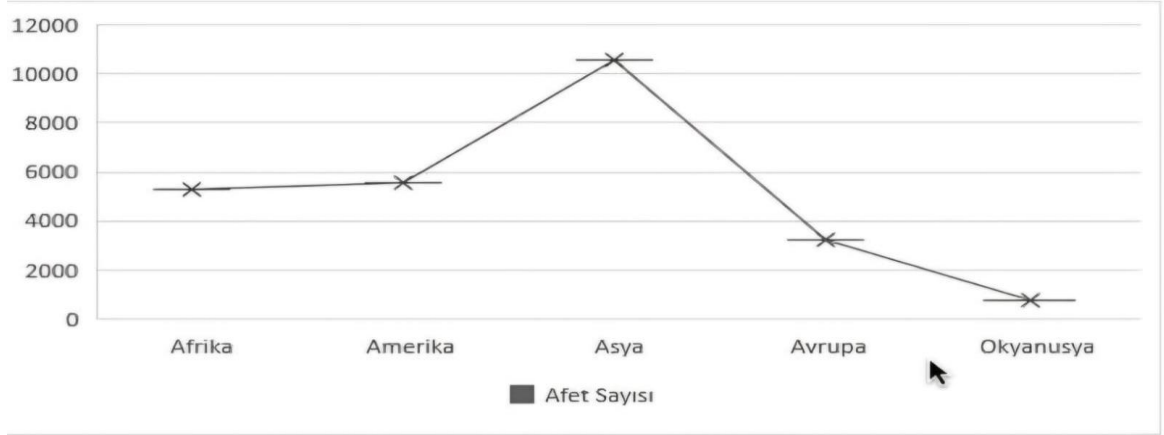
1. **Jeofiziksel Afetler:** Depremler, kütle hareketleri ve volkanik aktiviteler.
2. **Hidrolojik Afetler:** Sel olayları, heyelanlar ve dalga etkileri.
3. **Meteorolojik Afetler:** Fırtınalar, aşırı sıcaklıklar ve sis gibi olaylar.
4. **Klimatolojik Afetler:** Kuraklık, buzul gölü patlamaları ve yangınlar.
5. **Biyolojik Afetler:** Hayvan kazaları, salgın hastalıklar ve böcek istilaları.
6. **Uzay Kaynaklı Afetler:** Dünya dışı afetler, uzay havası olayları olarak tanımlanmaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022).

Dünya nüfusundaki hızlı artış, insanların afet riski yüksek bölgelerde yoğunlaşması, doğal kaynakların aşırı tüketimi, iklim değişikliği, sanayileşme ve çarpık kentleşme gibi faktörler, doğa kaynaklı afetlerin potansiyel tehlikelerini önemli ölçüde artırmaktadır. Tarihsel olarak, bu tür olaylar milyonlarca can kaybına yol açmış olup, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi çeşitli etkenler nedeniyle sıklıkları, şiddetleri ve etkiledikleri alanlar giderek artmaktadır. Bu durum, toplumların afetlere karşı daha savunmasız hale gelmesine neden olmaktadır (Altun, 2018; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022; Demirbaş ve Aydın, 2020).



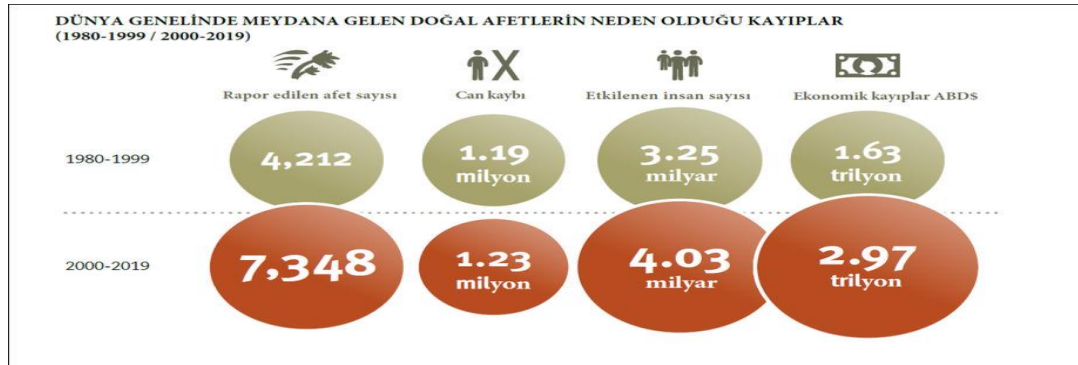
Görsel 1. 2000-2019 Yılları Arasında Dünya Çapında En Yüksek Sayıda Doğal Afetin Meydana Geldiği İlk 10 Ülke, CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) ve UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction., 2020)

2000-2019 yılları arasında en fazla doğa kaynaklı afetin meydana geldiği ülkelerin büyük bir kısmı Asya kıtasında yer almaktadır. Bu dönemde, afetlerin sayısı açısından en fazla etkilenen ülkeler sırasıyla; Çin, ABD, Hindistan, Filipinler, Endonezya, Japonya, Vietnam, Meksika, Bangladeş ve Afganistan olarak belirlenmiştir (Görsel 1). Afetlerin kıtalar bazında dağılımı incelendiğinde, en yüksek sıklığın Asya kıtasında gerçekleştiği sonucuna ulaşılmaktadır (Görsel 2).



Afetlerin Kıtalarla Göre Dağılımı (1900-2022)

Görsel 2: 1900-2022 Yılları Arasında Afetlerin Kıtalarla Göre Dağılımı ve Sayısı, Usta., 2023



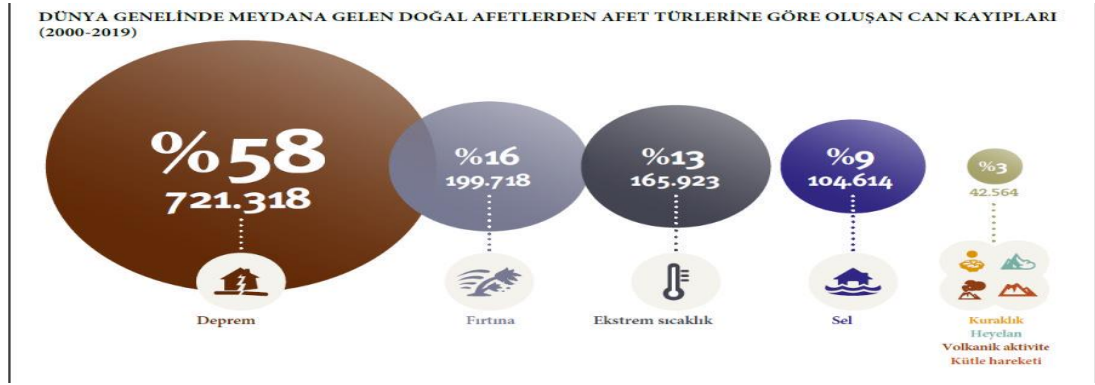
Görsel 3: 2000-2019 Yılları Arasında Meydana Gelen Afetlerin Neden Olduğu Kayıpların Sayıları, CRED&UNDRR., 2020

Afetlerin sonuçları, ekonomik kayıplar, can kayıpları ve psikolojik veya fiziksel olarak etkilenen bireyler gibi çeşitli durumları kapsamaktadır (Görsel 3).

Ekonomik etkiler, afetlerin altyapı, ulaşım, sanayi, istihdam, fiyatlar, enflasyon ve kamu harcamaları üzerindeki olumsuz etkilerini içermektedir. Bu bağlamda, afetlerin ekonomik boyutunun toplum üzerindeki derin etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (Altun, 2018).

Sosyal ve Psikolojik Etkileri: Afetler denildiğinde ilk akla gelen can ve mal kaybı olsa da, sosyal ve psikolojik etkiler bu olayların en yaygın sonuçları arasında yer almaktadır. Bu olumsuz etkiler, yalnızca afeti doğrudan yaşayan bireylerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda afetzedenin yakınları, yardım ekipleri ve olaya tanıklık eden diğer kişiler üzerinde de derin izler bırakabilir (Altun, 2018).

Fiziki yaralanmalar ve Ölümler: Afetlerin yol açtığı yaralanmalar ve ölümler, genellikle depremler gibi doğal olaylardan kaynaklanmaktadır. Bu tür olaylar, özellikle yüksek şiddetleri ve ani gelişimleri nedeniyle, fiziksel zararların yanı sıra can kaybına da neden olmaktadır (Görsel 3).



Görsel 3: 2000-2019 Yılları Arasında Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afet Türlerine Göre Oluşan Can Kayıpları, CRED&UNDRR., 2020

2.1.DEPREMLERİN DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Afetler, etkileri açısından çok boyutlu bir şekilde ele alınmalıdır; zira bir afet, diğer afetleri tetikleyebilir. Bu bağlamda, depremler önemli bir örnek teşkil etmektedir (Altun, 2018). Depremler, yalnızca kendileri bir afet olarak kabul edilmekle kalmayıp, aynı zamanda yangınlar, patlamalar, çevre kirliliği ve su baskınları gibi diğer afetlerin meydana gelmesine de zemin hazırlayabilir. Depremler, ülkeleri en fazla etkileyen doğal olaylar arasında üst sıralarda yer almakta ve yıkıcı etkileri, bireylerin ve toplumların ruh sağlığı üzerinde çeşitli sorunlara yol açabilmektedir (Sönmez, 2022).

Yer kabuğundaki çatlama ve kırılmaların meydana gelmesiyle oluşan titreşimlerin dalgalar şeklinde yayılması ve bu dalgaların çevresindeki ortamları ve yeryüzünü sarsması, deprem olarak tanımlanmaktadır. Deprem, insanların güvenli bir şekilde üzerinde durduğu ve hareketsiz olduğunu düşündüğü zeminlerin dahi hareket edebileceğini ve bu durumun üzerindeki tüm yapıları hasara uğratarak can kaybına yol açacak şekilde yıkabileceğini ortaya koyan bir doğal olgudur (AFAD, 2019). Dünya var olduğundan bu yana sismik açıdan aktif olan bölgelerde depremlerin art arda meydana geldiği ve bu durumun sonucunda milyonlarca insanın hayatını kaybettiği ve evlerinin yok olduğu bilinmektedir (AFAD, 2019). Deprem, tek başına bir afet

olmasının yanı sıra, diğer afetlerin tetikleyicisi olabilme özelliğine de sahiptir. Bir deprem sonucunda yangınlar, tsunamiler ve patlamalar gibi olaylar ortaya çıkabilmektedir (Altun, 2018). Bu nedenle, deprem; en çok ölüme yol açabilen, hayatı tehdit eden, yıkıcı ve kontrol edilemeyen, ani büyük travmalara ve maddi-manevi hasarlara yol açan bir afet olarak kabul edilmektedir (Koçyiğit ve ark., 2024).

Çizelge 1: Dünyadaki En Ölümcül Depremler (1900-2022), CRED., 2023

TARİH	ÜLKE	BÜYÜKLÜK	ÖLÜM SAYISI
28 Temmuz 1976	Çin	7.8	242,000
12 Ocak 2010	Haiti	7.0	222,570
16 Aralık 1920	Çin	8.3	180,000
26 Aralık 2004	Endonezya	9.1	165,000
01 Eylül 1923	Japonya	7.9	143,000

Çizelge 1: Dünyadaki En Ölümcül Depremler (1900-2022), CRED., 2023

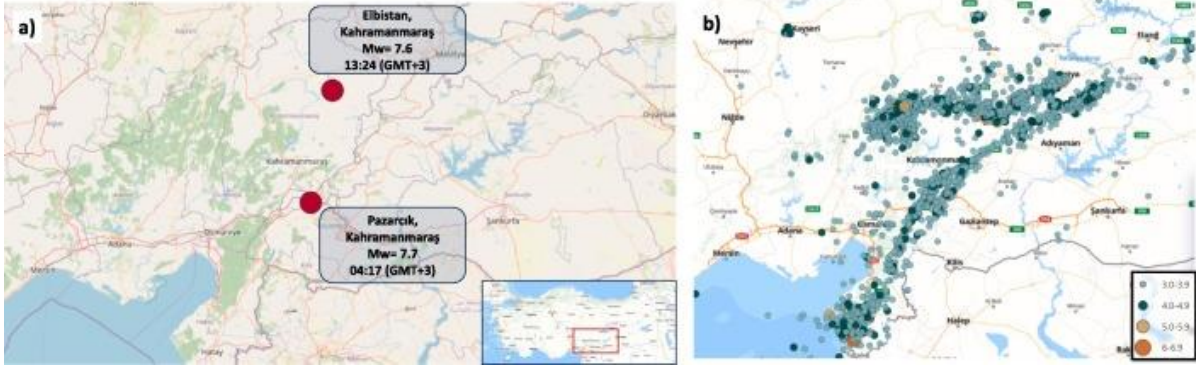
TARİH	ŞEHİR	BÜYÜKLÜK	ÖLÜM SAYISI
06 Şubat 2023	Kahramanmaraş	7.8-7.5	50,783
26 Aralık 1939	Erzincan	7.8	32,700
17 Ağustos 1999	Kocaeli	7.6	17,118
24 Kasım 1976	Van	7.0	5,000
26 Kasım 1943	Samsun	7.5	4,020

Çizelge 2: Türkiye'deki En Ölümcül Depremler (1900-Ağustos 2023), CRED.,2023

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, farklı ülkelerde depremler meydana gelebilmektedir (Çizelge 1). Ancak bazı ülkeler, depremlere karşı daha duyarlı ve hassas bir yapıya sahiptir. Türkiye de bu ülkelerden biridir. 1900 ile 2020 yılları arasında, 5 ve üzeri büyüklükte toplam 1.796 zararlı deprem yaşandığı bilinmektedir. Bu depremler arasında en fazla kayıpların ve hasarın meydana geldiği olay, 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen depremdir (Çizelge 2). Türkiye, çeşitli afetleri yaşayan bir ülke olmasına rağmen, en fazla kayıp ve hasarı deprem kaynaklı olarak yaşamaktadır (Gözükızıl, 2023). Türkiye'nin %92'si deprem kuşağı içinde yer almakta ve ülkede yaşayan nüfusun %95'i deprem tehlikesi altında bulunmaktadır. Ayrıca, büyük sanayilerin %98'i de deprem riski taşıyan bölgelerde yer almaktadır (Usta, 2019).

Türkiye, Afrika ve Avrasya levhaları arasında yer alan konumu nedeniyle, bu iki plakanın çarpışması sonucu iki önemli fay hattına ev sahipliği yapmaktadır. Bu faylar, Türkiye'nin %92'sini etkilemektedir ve Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı olarak adlandırılmaktadır (Kocaman, 2024). Son yıllarda yaşanan en yıkıcı depremlerden biri olan

Kahramanmaraş depremi, Doğu Anadolu Fay hattı üzerinde meydana gelmiş olup, 1999 yılındaki depremden bu yana Türkiye'yi en fazla etkileyen ve en ölümcül olan deprem olma özelliğini taşımaktadır (Uwishema, 2023). Kahramanmaraş merkezli bu deprem, birçok ili etkilemesi ve büyüklüğü dolayısıyla önemli ölçüde hasar ve kayıplara yol açmıştır (Görsel 4).



Görsel 4: Kahramanmaraş Depremi Büyüklüğü ve Etkilenen Şehirler, Kocaman ve ark., 2024

2.2.DEPREMİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Depremler, birçok etkisiyle birlikte özellikle yaralanmalar, ölümler ve sakatlıklar gibi sağlıkla doğrudan ilgili durumları ön plana çıkararak önemli bir sorun teşkil etmektedir (Altun, 2018). Depremin nedeniyle meydana gelen sağlık sorunları arasında ölümler, iç kanamalar, yaralanmalar, boğulmalar, hipovolemik şok, asfiksi, dehidratasyon ve hipotermi gibi durumlar yer almaktadır (Mavrouli ve ark., 2023). Orta vadeli sağlık sorunları ise, tedavi edilemeyen yaraların ikincil enfeksiyonları, hamilelik ve doğum süreçlerine bağlı mortalite ve morbidite, kronik hastalıkların komplikasyonlarının artışı gibi durumlar olarak kendini gösterebilir (World Health Organization, 2024). Bireylerde ortaya çıkan bu sağlık sorunlarının yanı sıra, tehlikeli atıklar, bina yıkıntıları, kimyasallar, hayvan ölümleri, bozulmuş gıda maddeleri ve insan atıkları gibi unsurlar çevre sorunlarını artırmakta ve bu sorunlar da dolaylı olarak insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2023).

Barınma sorunları, su ve gıda hijyeninin sağlanamaması, kişisel hijyen için gerekli olan temiz suyun temin edilememesi ve birinci basamak sağlık hizmetlerinde sürekliliğin sağlanamaması gibi durumlar, bulaşıcı hastalıkların artışına ve yayılmasına zemin hazırlamaktadır. Türkiye'de yaşanan son depremlerde bu tür sorunların yaşandığı gözlemlenmiştir. Oral-fekal yolla bulaşan hastalıklar, gastrointestinal enfeksiyonlar, vektör kaynaklı bulaşıcı hastalıklar, solunum yolu enfeksiyonları, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar ve aşı ile önlenebilen çocukluk hastalıkları (çocuk felci, kızamık, menenjit gibi) bu dönemde artış göstermektedir (Ergönül ve ark., 2023). Dolayısıyla, depremler, yeni bir halk sağlığı sorunu ortaya çıkarmada zincirin ilk halkası olarak önemli bir rol oynamaktadır (Mavrouli, 2023).

Depremler, fiziksel sorunların yanı sıra bireysel ve toplumsal ruh sağlığı üzerinde de ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Afet sonucunda bireyler, yakınlarını kaybetme, depremi doğrudan yaşama veya bu olaya tanıklık etme gibi durumlarla karşılaşabilmektedir. Ayrıca,

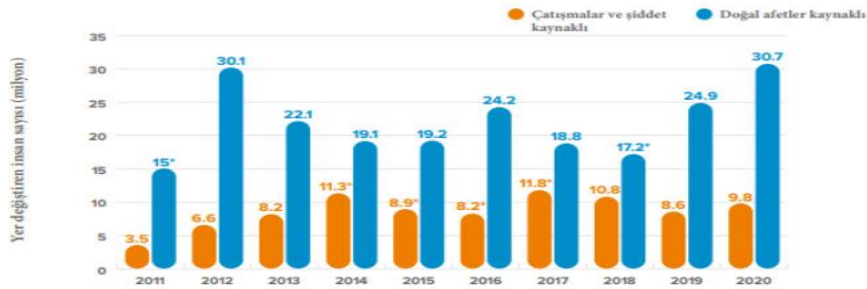
yakın çevrelerinin yaşadığı travmatik deneyimleri paylaşımları da ruhsal etkileri derinleştirebilir. Bu tür deneyimler, kişilerin korku, dehşet, umutsuzluk ve çaresizlik gibi duygular hissetmesine neden olmaktadır. Dezavantajlı gruplarda bu duygusal tepkilerin daha şiddetli bir şekilde ortaya çıkması olasıdır (Sönmez, 2022).En sık görülen ruhsal sağlık sorunları arasında travma sonrası stres bozukluğu, anksiyete bozukluğu, konsantrasyon güçlüğü, uyku bozuklukları, somatik belirtiler, depresyon ve genel kaygı bozuklukları yer almaktadır (Koçyiğit ve ark., 2024; Uwishema, 2023).Bu nedenlerle, depremlerin ruh sağlığı üzerindeki etkileri, en çok sağlık sektöründe odaklanılmasını gerektiren bir durum haline gelmektedir. Afet sonrası koruyucu sağlık önlemlerinin kesintiye uğraması, sağlık hizmetlerine olan ihtiyacın artması (aşılama, kontrol, izleme, tedavi), sağlık tesisleri ve sistemlerinde yaşanan bozulmalar ile sağlık çalışanlarına olan talebin artması gibi durumlar, bu sektörün karşılaştığı önemli zorluklardandır (WHO, 2024; Akdur, 2000).

3. GÖÇMENLERİN AFET SONRASI YAŞADIKLARI ZORLUKLAR VE SAĞLIK DURUMLARI

Göç, Uluslararası Göç Örgütü tarafından, kişilerin nedenine, zamanına veya yapısına bakılmaksızın, kendi ülkeleri içinde yer değiştirmeleri veya uluslararası sınırları geçerek başka bir ülkeye göç etme durumu olarak tanımlanmaktadır (International Organization for Migration, 2019). 2024 yılı itibarıyla dünyadaki göçmen sayısının 281 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Göç, tarihsel olarak var olan bir olgu olmasına rağmen, son yıllarda küreselleşmenin etkisiyle çeşitli sebeplerle ulusal ve uluslararası düzeyde yer değiştirme vakalarında önemli bir artış gözlemlenmektedir (United Nations High Commissioner for Refugees, 2024).

Dünya genelinde Ülke İçi Göç İzleme Merkezi, doğa kaynaklı afetler, çatışma ve şiddet gibi sebeplerle meydana gelen göç olaylarını izleyen önemli bir kuruluştur. 2020, 2012, 2016 ve 2019 yılları, doğal afetlerin yoğun olarak yaşandığı ve dolayısıyla göç olaylarının arttığı yıllar olarak kaydedilmiştir (Resim 5).

2011-2020 Periyodunda Dünya Genelinde Doğa Kaynaklı Afetler, Çatışmalar ve Şiddet Olayları Sonucunda Meydana Gelen Göç Olayları



Görsel 5: 2011-2020 Periyodunda Dünya Genelinde Doğa Kaynaklı Afetler, Çatışmalar ve Şiddet Olayları Neticesinde Meydana Gelen Göç Olayları, CRED&UNDRR., 2020

Doğa kaynaklı afetler sonucunda yer değiştirenlerin sayısı, 2022 yılında en fazla sel, fırtına ve deprem gibi olaylar nedeniyle artmıştır (Resim 6). Özellikle depremler, en etkileyici ve ciddi jeolojik afetler arasında yer almaktadır (Mavrouli ve ark., 2023).



Görsel 6: 2022 Yılında Dünya Geneline Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afetler Nedeniyle Yaşanan Yer Değiştirme Olaylarının Afet Türlerine Göre Dağılımları, CRED&UNDRR., 2020

Afetlerin etkileri, afet sonrası yer değiştiren bireylerle sınırlı kalmayıp, daha önce çatışmalar nedeniyle zorla yerinden edilenlerin yaşadığı bölgelerde de gözlemlenmektedir. Örneğin, Türkiye'ye gelen Suriyeli mültecilerin Kahramanmaraş depremine maruz kalması bu duruma bir örnek teşkil etmektedir. Doğu Anadolu Fay hattında gerçekleşen bu depremde, etkilenen şehirlerde 1,7 milyon Suriyeli mültecinin yaşadığı bilinmektedir. Verilere göre, deprem sonucunda 6.000'den fazla mültecinin hayatını kaybettiği belirtilmektedir. Ayrıca, 42.000 Suriyeli mültecinin deprem nedeniyle ülkelerine geri döndüğü tespit edilmiştir. Depremden etkilenen illerde yaşayan 1,8 milyon mülteci, zorunlu yer değiştirme nedeniyle tekrar olumsuz etkilenmiştir (Aktuna ve Bahar-Özvarış, 2024). Göçmenler, bir afetten sonra yerli halka kıyasla göç etme konusunda daha fazla engelle karşılaşmaktadır (Rayamajhee ve Paudel, 2024).

Afetlerde göçmenlerin il değiştirme süreçlerinde karşılaştıkları başlıca sorunlar aşağıda sıralanmıştır: Temel ihtiyaçları karşılamada zorluklar (barınma, gıda, ulaşım, sağlık), savaş sırasında yaşanan duygusal travmaların yeniden ortaya çıkması, kaygı ve korkular, yakınlarını kaybeden mültecilerin yas süreçleriyle birlikte göç etme çabaları gibi durumlar, afet sonrası göç edenlerin karşılaştığı zorluklara örnek teşkil etmektedir (Kızılay, 2023).

Göç ettikleri yerlerde mültecilere ev vermek istemeyen bireylerle karşılaşmaları, barınma sorunlarını yerli göç eden halktan daha fazla hale getirmektedir. Deprem öncesinde maddi imkânları nedeniyle bakımsız ve düşük standartlardaki evlerde kalan bu bireyler, evleri hasar gören ya da yıkılan kişiler olarak başkalarının yanında yaşamaya zorlanmışlardır. Hasarlı evlerde yaşadıklarından dolayı depremde çok fazla kayıp yaşamışlardır. Bazı mülteciler, evlerinde hasar bulunmamasına rağmen deprem sonrası ev sahipleri tarafından evlerinden

çıkarılmıştır. Diğerleri ise yüksek kira fiyatları nedeniyle geri dönerek, deprem bölgesinde çadır veya konteynerlerde kalmayı tercih etmişlerdir (Kızılay, 2023; Duruel,2023).

Göçmenlerin deprem sonrası yerli halka kıyasla orantısız bir şekilde daha fazla etki yaşamasının üç temel nedeni bulunmaktadır. İlk olarak, göç ettikleri ülkedeki sosyal ve ekonomik koşullar, bu bireyleri depreme karşı daha savunmasız hale getirmektedir. İkinci olarak, bu dezavantajlı durumları nedeniyle deprem sonrasında başa çıkma kapasitesinin sınırlı olması, ekonomik ve sosyal güçlerinin yetersizliğine yol açmaktadır. Üçüncü olarak, deprem sonrası destek alma girişimlerinde ayrımcılık ve dışlanma gibi sorunlarla karşılaşmaları, bu bireylerin yardım talep etmekten çekinmelerine sebep olmaktadır. Bu faktörler, göçmenlerin deprem durumunda yerli halka göre daha fazla etkilenmelerine ve daha dezavantajlı bir konumda olmalarına yol açmaktadır (Ruhnke ve ark., 2024).

Depremden hem yerliler hem göçmenler birçok yönden olumsuz etkilense de göçmenler yerlilere göre daha belirgin ve önemli derecede etkiler yaşamaktadır (Rayamajhee ve Paudel, 2024). Daha önce farklı sebeplerle göç etmek durumunda kalan göçmenler yeniden göç etmek durumunda kalması onlarda geleceğe dair belirsizlikler oluşturmakta hayatlarında kontrol duygusunu yeniden oluşturmakta zorluk çekmektedirler. Normal zamanlarda zaten birçok şeyle mücadele eden göçmenler afet sonrasında dezavantajlılıkları artmakta savunmasız grup özellikleriyle sağlık hizmetleri ve diğer hizmetlere ulaşmaları zorlaşmaktadır (Kaloti ve ark., 2024; Aktuna ve Bahar-Özvarış,2023). Deprem sonrası yardıma gelen uzmanların göçmenlerin dilini bilmemesi onların sağlık hizmetlerine erişimi için zorluk yaratmaktadır (Göç Araştırmaları Derneği,2023). Yapılan bir araştırmada sağlık durumlarının depremden önceye göre kötüleştiği sonucuna varılmıştır. Yine aynı araştırmada depremden sonra kendilerini tehlikeye atmamak için yardım istemedikleri, daha az görünür olmaya çalıştıkları, içe kapandıkları ayrımcılığa ve nefret söylemlerine daha az maruz kalmaya çalıştıkları ortaya çıkmıştır (Ruhnke ve ark., 2024). Depremin ardından fiziksel şiddet, kötü muamele, linçlenme, nefret söylemlerine maruz kalmışlardır (Sevinin ve ark., 2023). En çok ihtiyaç duydukları sağlık ihtiyaçları; psikolojik destek, fiziksel yaralanmaya yönelik tedavi ve kronik hastalıkları olanların ilaçlara erişimi olmuştur (Kalaycı,2024). Sonuç olarak depremin sonuçlarına karşı göçmenlerin savunmasız olduğu sonucuna varılmıştır (Ruhnke ve ark., 2024).

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Afetlerden kaçınmak mümkün olmasa da bu olayların etkilerini en aza indirmek öncelikli bir hedef olmalıdır (Coronese ve ark., 2019). Afetlerden etkilenen farklı grupların varlığını kabul etmek ve bu gruplar için önceden bilgi üretmek, risklerin azaltılması ve gerekli önlemlerin alınması açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle Suriyeli mültecilere ilişkin bilgi birikiminin artması, afet risklerini azaltmaya ve toplumsal bütünleşmeye yönelik etkili politikaların geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu nedenle, afetler ve mülteci grupları üzerine detaylı saha araştırmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Kahraman, 2023).

Afetlerden etkilenen dezavantajlı gruplara barınma ve sağlık hizmetleri sağlamak son derece önemlidir. Özellikle göçmenler, barınma ve sağlık hizmetlerine erişimde ciddi zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Daha önce göç etmek zorunda kalan bireyler, benzer bir durumu tekrar yaşamak zorunda kaldıklarında hem psikolojik hem de fiziksel açıdan olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle, ruhsal sağlıklarını desteklemek amacıyla etkili mekanizmaların geliştirilmesi önemlidir. Bu sorunların çözümü için istihdam olanaklarının artırılması ve yer değiştiren afetzedelerin psikososyal destek ile sağlık hizmetlerine erişiminin sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, afet farkındalığına yönelik çalışmaların yaygınlaştırılması, bu grupların depreme hazırlık bilgi seviyelerinin artırılmasına katkıda bulunabilir (Kızılay, 2023). Risk algısını ve bilgi arama davranışlarını değerlendiren araçların geliştirilmesi, depreme hazırlık konusundaki bilgi ve tutumları belirlemeye yardımcı olacaktır (Bhandari ve ark., 2023; Kaloti ve ark., 2024).

Olası bir afete yönelik kamu tepkileri, sosyal katmanları dikkate alarak savunmasız grupların destek alması sağlanmalıdır. Eğer afet yanıtı, kaynakların dağıtımında sosyal bölünmeleri artırıyorsa, bu durum mülteci nüfusunun durumunu daha da kötüleştirebilir (Ruhnke ve ark., 2024). Bu bağlamda, hemşireler, savunmasız gruplara destek sağlama ve halk sağlığını koruma konularında kritik bir rol üstlenmektedir (Kipay, 2023). Göçmenler için afet sonrası belirsizlikleri anlamak ve altta yatan etkenleri ele almak, esnek ve sağlıklı toplulukların oluşturulmasına önemli katkılarda bulunacaktır (Aktuna ve Bahar-Özvarış, 2023). Bu öneriler, afet yönetimi ve göçmen toplulukların desteklenmesi konularında daha kapsamlı ve etkili yaklaşımlar geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır.

5.KAYNAKLAR

1. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (AFAD). (2019). Deprem Nedir? <https://www.afad.gov.tr/deprem-nedir.adresinden> 20 Eylül 2024 tarihinde alınmıştır.
2. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (AFAD). Afet Türleri. <https://www.afad.gov.tr/afet-turleri>. Adresinden 20 Eylül 2024 tarihinde alınmıştır.
3. Aktuna, G., & Bahar-Özvarış, Ş. (2023). Investigating the aftermath of the Türkiye 2023 earthquake: exploring post-disaster uncertainty among Syrian migrants using social network analysis with public health approach. *Frontiers in public health*, 11, 1204589. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1204589>
4. Altun, F. (2018). Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme. *Sosyal Çalışma Dergisi*, 2(1), 1-15.
5. Bhandari, A. K. C., Rahman, M., & Takahashi, O. (2023). Enhancing earthquake preparedness knowledge and practice among Nepalese immigrants residing in Japan. *Scientific reports*, 13(1), 4468. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31729-y>
6. Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2023). *CRED Crunch 72- Earthquakes in Türkiye*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Retrieved August 20,2024 from <https://files.emdat.be/2023/09/CredCrunch72.pdf>
7. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters & United Nations Office for Disaster Risk Reduction .(CRED&UNDRR). 2020. Human cost of disasters; an overview of the last 20 years(2000-2019) . Retrieved August 20,2024 from <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
8. Coronese, M., Lamperti, F., Keller, K., Chiaromonte, F., & Roventini, A. (2019). Evidence for sharp increase in the economic damages of extreme natural disasters. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(43), 21450–21455. <https://doi.org/10.1073/pnas.1907826116>
9. Demirbaş, M., & Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15(4), 163-179. <http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.4.5A0143>
10. Duruel, M. (2023). Afetlerde Göçmen Olmak: 6 Şubat Depremi Hatay Örneği. *Mukaddime*, 14 (2), 227-255. <https://doi.org/10.19059/mukaddime.1381750>
11. Ergönül, Ö., Keske, Ş., Ksinzik, A., Güldan, M., Özbek, L., Azap, A., Şimşek-Yavuz, S., Can, F., & Sakarya, S. (2023). The challenges in the monitoring of infectious diseases after the earthquake in Türkiye in 2023. *The Lancet. Infectious diseases*, 23(11), e482–e488. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00362-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00362-6)
12. Göç Araştırmaları Derneği. (2023). Durum Tespit Raporu- 3. İstanbul'a Gelen Depremzede Mültecilere Yönelik Kabul ve Dışlama Mekanizmalar. <https://gocarastirmalaridernegi.org/tr/calismalar/arastirmalar/goc-ve-deprem-durum-tespit-raporu> adresinden 25 Eylül 2024 tarihinde alınmıştır.
13. Gözükızıl, C. A., & Tezcan, S. (2023). Cumhuriyet'in yüzüncü yılında Türkiye'de afetler: 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremi. *Kent Akademisi*, 16(Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılı Özel Sayısı| Special Issue for the 100th Anniversary of the

- Republic of Türkiye), 97-
114.https://dergipark.org.tr/en/pub/kent/issue/79837/1353445/(Erişim tarihi:
25.09.2024)
14. International Organization for Migration.(IOM).(2019). *Emergency Handbook*. Retrieved August 27, 2024 from file:///C:/Users/HP/Downloads/Migrant%20definition.pdf
 15. International Organization for Migration.(IOM).(2024). *World migration report 2024*. Retrieved August 25, 2024, from https://publications.iom.int/system/files/pdf/pub2023-047-1-world-migration-report-2024_0.pdf.
 16. Kalaycı, G. J., & Yurt, N. Ş. (2024). Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası Samsun iline göç eden depremzedelerin sağlık ihtiyaçlarının Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 18(2), 188-195. https://doi.org/10.21763/tjfmpe.1431691
 17. Kaloti, R., Diab, J. L., Alkhalil, M., Rayes, D., & Abbara, A. (2024). Compounding challenges for Syrian refugees in Türkiye in the wake of the earthquake. *The Lancet. Global health*, 12(4), e557–e558. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00044-5
 18. Kızılay. (2023). *Afetten etkilenen göçmen gruplar*. https://reliefweb.int/report/turkiye/turkiye-trc-migrants-affected-disaster-iii-displaced-migrants-affected-kahramanmaras-earthquake-november-2023-entr adresinden 25 Eylül 2024 tarihinde alınmıştır.
 19. Kipay, S. S. (2023). Deprem gerçeği ve kadın sağlığı üzerine etkileri. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8(2), 855-860.
 20. Kocaman, İ., Mercimek, Ö., Gürbüz, M., Erbaş, Y., & Anıl, Ö. (2024). The effect of Kahramanmaraş earthquakes on historical Malatya Yeni Mosque. *Engineering Failure Analysis*, 161, 108310. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107225
 21. Kocyigit, B., Ceco, G., Satici, S. A., & Deniz, M. (2024). Psychological effects of the earthquake disaster in Türkiye: a serial mediating model. *Current Psychology*, 1-9. https://doi.org/10.1007/s12144-024-06492-6
 22. Mavrouli, M., Mavroulis, S., Lekkas, E., & Tsakris, A. (2023). The impact of earthquakes on public health: A narrative review of infectious diseases in the post-disaster period aiming to disaster risk reduction. *Microorganisms*, 11(2), 419. https://doi.org/10.3390/microorganisms11020419
 23. Rayamajhee, V., & Paudel, J. (2024). The social behavior of immigrants during natural disasters: Lessons from the United States. *Journal of Comparative Economics*, 52(3), 614-633. DOI:10.1016/j.jce.2024.06.005
 24. Ruhnke, S., Hertner, L., Gundacker, L., & Wagner, S. (2024). Going from bad to worse? Well-being of Syrian refugees in Turkey in the aftermath of the February 2023 earthquakes. https://doi.org/10.18452/28152
 25. Sevinin, E., Danış, D., & Sert, D. (2023). Double displacement of refugees in the context of the 2023 Turkey-Syria earthquake. *International Migration*, 61(4), 341-344. http://doi.org/10.1111/imig.13171

26. Sönmez, M. B. (2022). Depremın psikolojik etkileri, psikolojik destek ve korkuyla baş etme. *Totbid Dergisi*, 21(3), 337-343. Altun, F. (2018). <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi.2022.4>
27. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2022). *Meteorolojik afetlerde değerlendirme raporu*. Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2022afet.pdf> adresinden 26 Eylül 2024 tarihinde ulaşılmıştır.
28. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2023). *Deprem alanlarında çevre sağlığı kılavuzu*. <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/Yayinlarimiz/Rehberler/hsgm-deprem-Cevre-sagligi-rehberi.pdf>. Adresinden 26 Eylül 2024 tarihinde ulaşılmıştır.
29. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). (2024). *Figure and glance*. Retrieved August 20, 2024 from <https://www.unhcr.org/about-unhcr/who-we-are/figures-glance>.
30. Usta, G. (2023). Dünya’da meydana gelen afetlerin istatistiksel olarak analizi (1900-2022). *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 172-18. <https://doi.org/10.36362/gumus.1138791>
31. Uwishema O. (2023). Addressing the effects of the earthquakes on Türkiye's health-care system. *Lancet (London, England)*, 401(10378), 727. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00326-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00326-4)
32. World Health Organization. (WHO). EARTHQUAKE. Retrieved August 20, 2024 from https://www.who.int/health-topics/earthquakes/#tab=tab_3.

SAĞLIK OKURYAZARLIK VE KRONİK HASTALIK YÖNETİMİ

Doç. Dr. NESRİN İLHAN, Arş. Gör. ÖZGE ŞANLITÜRK

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Halk Sağlığı Hemşireliği Ana Bilim Dalı
nesrin.ilhan@medeniyet.edu.tr-ORCID: 0000 0002 3926 4308

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Halk Sağlığı Hemşireliği Ana Bilim Dalı
ozge.sanliturk@medeniyet.edu.tr-ORCID:0009 0000 5820 9833

ÖZET

Kronik hastalıklar, dünya çapında morbidite ve mortalitenin başlıca nedenlerinden olup kişiye ve topluma ekonomik ve sosyal yükü fazla olan hastalıklardır (Aktaş ve ark., 2024; Hacker, 2024). Kronik hastalığı olan bireylerin hastalığa ve tedavi programına uyumunu sağlamak temel amaçtır (Kaplan ve Bülbül, 2024). Etkili hastalık yönetimi, kronik hastalığı olan bireylerin sağlık sonuçlarını iyileştirebilir. Kronik hastalıkların önlenmesi ve başarılı yönetiminde sağlık okuryazarlığı önemli bir faktör olarak bildirilmektedir. Sağlık okuryazarlığı, sağlık sonuçları ve sağlık davranışları için seçim yapmada kilit bir faktör olarak bilinmektedir (Papadakos ve ark 2018).

Sağlık okuryazarlığı, bireylerin doğru sağlık kararları verebilmek için gerekli temel sağlık bilgi ve hizmetlerini sağlama, işleme ve anlama kapasitelerinin düzeyi gibi sağlık bilgilerini kavrama ve değerlendirme yetisini kapsamaktadır (Shahid ve ark., 2022). Sağlık okuryazarlığı, bir bireyin sağlık durumunun gelir, istihdam durumu, eğitim düzeyi ve ırksal veya etnik gruptan daha güçlü bir belirleyicisi olarak bildirilmektedir (WHO, 2024a). Yeterli sağlık okuryazarlığı seviyesinde olan bireyler kendi sağlığının yanı sıra ailesinin ve toplumun da sağlık sorumluluğunu üstlenebilmektedirler (Sørensen ve ark., 2012).

Kronik hastalıklar ile mücadele etmenin önündeki büyük engellerden biri sağlık okuryazarlık seviyesinin düşük olmasıdır (Deniz ve ark. 2018). Düşük sağlık okur yazarlığının hastanın kendi bakımına katılma oranının ve hastalık yönetiminin azalmasına, sağlık durumunun kötüleşmesine, acil servis kullanımı ve hastaneye yatış da dahil olmak üzere önlenemez durumlarda artışa ve sağlık hizmetlerinin maliyetlerinin artmasına neden olduğu da bildirilmiştir (Luckenbaugh ve Moses, 2022; Mackey ve ark., 2016; Papadakos ve ark., 2018). Düşük sağlık okuryazarlığının, kanser kontrolünde riskleri anlama konusunda yetersizliğe yol açtığı, taramalara katılma ve kanserden korunma uygulamalarına yetersiz katılımı sonuçlandığı belirtilmektedir (Rakhshkhorshid ve ark. 2018). Ülkemizde ve Dünyada yapılan çalışmalar toplumların sağlık okuryazarlık düzeylerinin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir (Tanrıöver ve ark., 2014; Sørensen ve ark., 2015).

Bireylerin sağlık okuryazarlığı düzeyinin yeterli olması, kendi sağlığı ve ailelerinin sağlığı için bilinçli karar verebilmeleri, sağlık bakımına aktif katılımlarını ve sağlık hizmetlerini etkin bir şekilde kullanabilmeleri için önemlidir (Ilgaz, 2021). Kronik hastalığı olan bireylerin sağlık okuryazarlığı seviyesinin yükseltilmesi ile sağlık ve bakım hizmetlerinden en etkin şekilde yararlanmaları sağlanarak sağlık sonuçları iyileştirilebilecektir. Bunun için kronik hastalıkları bireylerin ve toplumun sağlık okuryazarlık düzeyinin yükseltilmesi için sağlık eğitim programlarına ve sağlık politikalarına gereksinim bulunmaktadır (Ilgaz, 2021; Shao ve ark., 2023; WHO, 2024a).

Anahtar Kelimeler: Sağlık okuryazarlık, kronik hastalık, hastalık yönetimi

1. GİRİŞ

Sağlık okuryazarlığının toplum sağlığı ve sağlık hizmetlerindeki önemi gittikçe artmaktadır (Sørensen ve ark., 2012). Ülkemizde ve Dünyada yapılan çalışmalar toplumların sağlık okuryazarlık düzeylerinin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir (Sørensen ve ark., 2015; Tanrıöver ve ark., 2014). Sağlık okuryazarlığı kronik hastalıkların önlenmesi ve başarılı yönetiminde de önemli bir faktör olarak bildirilmektedir (Papadakos ve ark. 2018). DSÖ sağlık okuryazarlığını, bireyin sağlık durumunun gelir, iş, eğitim düzeyi ve etnik grup gibi özelliklerden daha güçlü bir belirleyicisi olarak bildirmektedir (WHO, 2024a). Bu bildiri, sağlık okuryazarlığın kronik hastalığı olan bireylerde hastalık yönetimi ve sağlık sonuçlarına etkisini incelemeyi, sağlık okuryazarlığın geliştirilmesine yönelik önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır.

2. SAĞLIK OKURYAZARLIK KAVRAMI

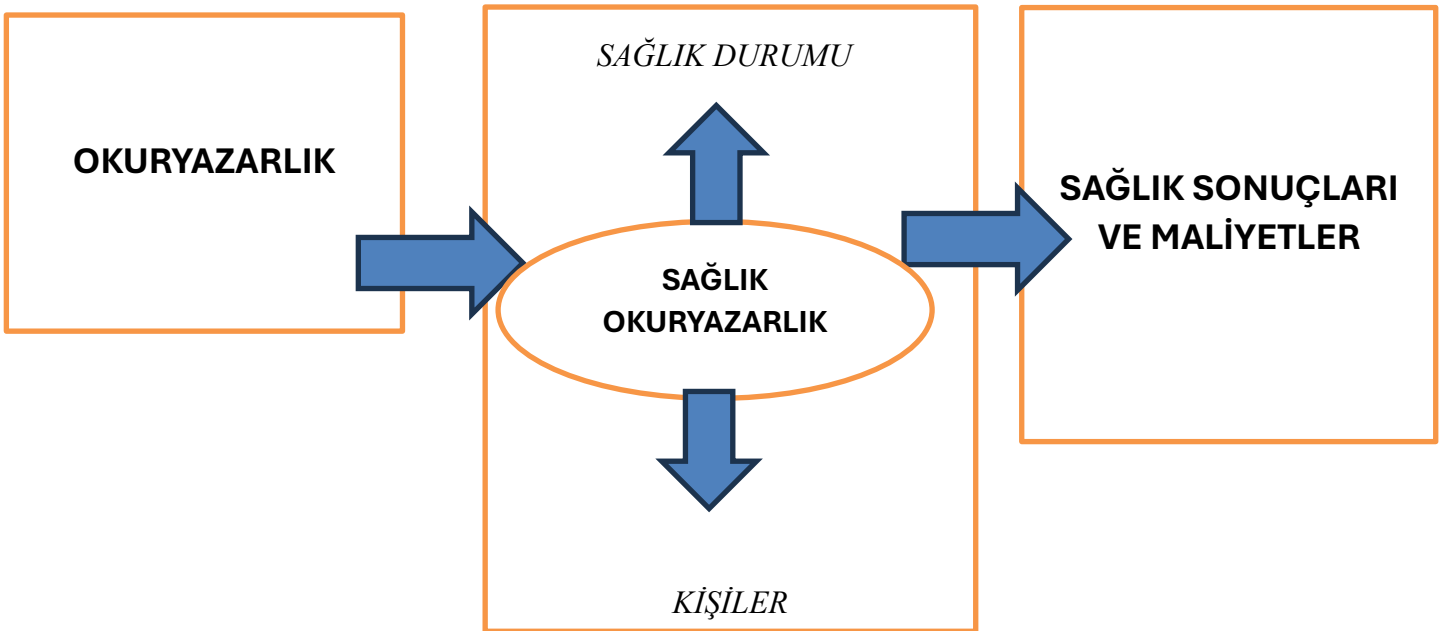
Sağlık okuryazarlığı terimi ilk olarak 1970'li yıllarda ortaya çıkmıştır (Nock ve ark., 2023). Sağlık okuryazarlık, sağlık ve refahı teşvik edecek ve sürdüreceği şekilde bilgi ve hizmetlere erişebilme, bunları anlayabilme, değerlendirebilme ve kullanabilme anlamına gelmektedir (Çopurlar ve Kartal, 2016). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından sağlık okuryazarlığı, “günlük faaliyetler, sosyal etkileşimler ve nesiller boyunca biriken kişisel bilgi ve yetkinlikleri temsil eden bir kavram” olarak [tanımlanmaktadır](#). DSÖ sağlık okuryazarlığını, bireyin sağlık durumunun gelir, iş, eğitim düzeyi ve etnik grup gibi özelliklerden daha güçlü bir belirleyicisi olarak bildirmektedir (WHO, 2024a). Sağlık okuryazarlığı, bireylerin sağlıkla ilgili doğru kararları verebilmeleri için gerekli temel sağlık bilgilerini anlama, işleme, hizmetleri sağlama ve sağlık bilgilerini kavrama ve değerlendirme yetisini kapsamaktadır (Yılmaz ve Tiraki, 2016).

Nutbeam 2000 yılında sağlık okuryazarlığını; fonksiyonel okuryazarlık, interaktif okuryazarlık ve kritik okuryazarlık olarak sınıflandırmıştır. Fonksiyonel okuryazarlık; bireyin günlük durumlarda etkili bir şekilde işlev görebilmek için sağlıkla ilgili temel okuma-yazma becerilerini içerir. İnteraktif okuryazarlık; sosyal becerilerle birlikte günlük faaliyetlere aktif olarak katılmak, farklı iletişim biçimlerinden bilgi çıkarmak, anlam çıkarmak ve yeni bilgileri

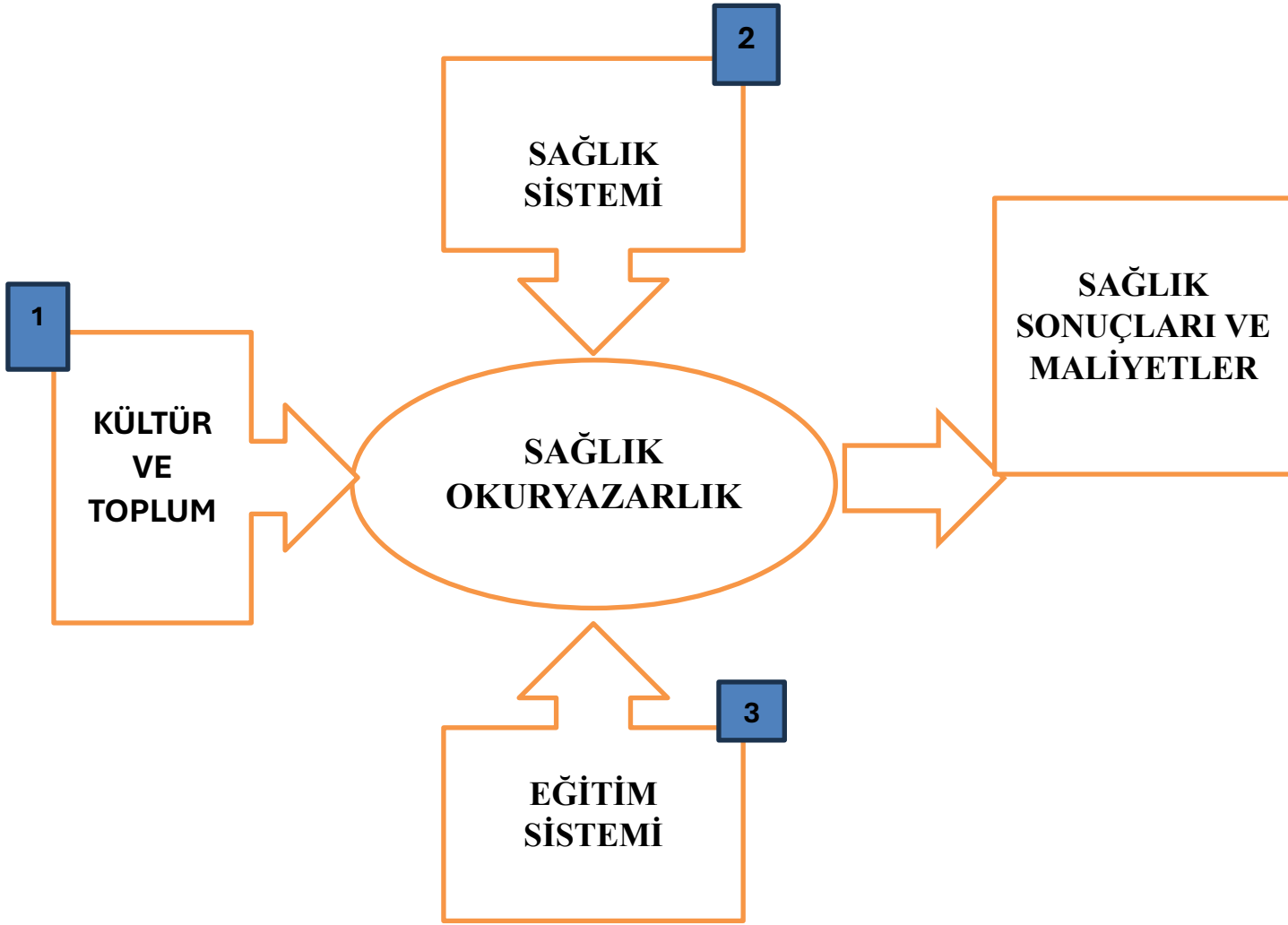
değişen koşullara uygulamak için kullanılabilen daha gelişmiş bilişsel ve okuryazarlık becerilerini içerir. Kritik okuryazarlık; sosyal becerilerle birlikte, bilgiyi eleştirel bir şekilde analiz etmek ve bu bilgiyi yaşam olayları ve durumları üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmak için kullanmak üzere uygulanabilen daha gelişmiş üst bilişsel okur yazarlık ve sosyal yetenekleri içine alır (Nutbeam, 2000).

Sağlık okuryazarlığın kavramsal çerçevesi Şekil 1’de sunulmuştur. Okuryazarlık sağlık okuryazarlığının temeli ve sağlık okuryazarlığını bireyler ve sağlık durumu arasındaki aktif aracı olarak konumlandırılmaktadır. Okuryazarlık, bireylerin sağlık bilgilerini anlamalarını ve iletmelerini sağlayan becerileri sağlamaktadır. Sağlık okuryazarlık, bireyin okuryazarlık becerileri ve yetenekleri ile sağlık arasındaki köprü görevini görmektedir (Institute of Medicine (US) Committee on Health Literacy, 2004).

Şekil 2’de sağlık okuryazarlığı sorumluluğunu üstlenmesi gereken ve sağlık okuryazarlığı becerilerinin geliştirilebileceği üç temel sektöre işaret etmektedir. Sağlık okuryazarlığına katkı sağlayan alanlar kültür ve toplum, sağlık sistemi ve eğitim sistemidir. Sağlık okuryazarlığını iyileştirmek için bu alanlarda müdahaleler yapılabilir (Institute of Medicine (US) Committee on Health Literacy, 2004).



Şekil 1. Sağlık Okuryazarlığının Kavramsal Çerçevesi



Şekil 2. Sağlık Okuryazarlığı İçin Potansiyel Müdahale Noktaları

3. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA SAĞLIK OKURYAZARLIK

Ülkemizde ve Dünyada yapılan çalışmalar toplumların sağlık okuryazarlık düzeylerinin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir (Sørensen ve ark., 2015; Tanrıöver ve ark., 2014). Türkiye Sağlık Okuryazarlık Araştırmasına (2014) göre, toplumun sadece üçte birinin yeterli veya mükemmel sağlık okuryazarlık düzeyinde olduğu, %64.6'sının sorunlu veya yetersiz sağlık okuryazarlık kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir (Tanrıöver ve ark., 2014). Avrupa ülkelerinde yapılan sağlık okuryazarlık araştırmasında ise toplumun %47'sinin sorunlu ve %12 sinin yetersiz sağlık okuryazarlık düzeyinde olduğu saptanmıştır (Sørensen ve ark., 2015). Yapılan bir araştırmada Tip 2 diyabetli bireylerin %81,5'inin sağlık okuryazarlığının yetersiz veya sorunlu-sınırlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir (İlhan ve ark., 2021). Kanser hastalarında gerçekleştirilen bir araştırmada ise hastaların %86'sının yetersiz veya sorunlu-sınırlı sağlık okuryazarlığı düzeyinde olduğu belirlenmiştir (İlhan ve ark., 2020).

4. KRONİK HASTALIKLARIN YÖNETİMİNDE SAĞLIK OKURYAZARLIĞININ ROLÜ

Diyabet, kalp hastalığı, inme ve kanser gibi kronik hastalıklar, dünya çapında morbidite ve mortalitenin başlıca nedenlerinden olup kişiye / topluma ekonomik ve sosyal yükü fazla olan hastalıklardır (Aktaş ve ark., 2024; Hacker, 2024). Kronik hastalıkların tahmini maliyetinin 2030 yılına kadar dünya çapında 47 trilyon dolara ulaşması beklenmektedir (Hacker, 2024). Kronik hastalıklar uzun süreli yönetim gerektiren ve genellikle tedavi edilemeyen tıbbi durumlar olduğundan, etkili hastalık yönetimi kronik hastalığı olan bireylerin sağlık sonuçlarını iyileştirebilir (Kaplan ve Bülbül, 2024).

Kronik hastalık yönetiminde, hastanın çeşitli eğitim ve öğretim yöntemleriyle güçlendirilerek özyönetim becerisi kazanması amaçlanmaktadır (Hançerlioğlu ve Aykar, 2018; Zuhur ve Özpancar, 2017). Kronik hastalıklarda öz yönetim uygulamaları hastalık yönetiminin hayati bir bileşenini oluşturmaktadır (Shao ve ark., 2023). Kronik hastalıklarda öz-bakım davranışları arasında; tedaviye ve önerilen diyetle uyuma, hastalığa özgü yaşamsal değişiklikleri gerçekleştirme sıralanmaktadır (Hançerlioğlu ve Aykar, 2018). Etkili bir hastalık yönetim süreciyle hastalık semptomlarının, acil sağlık hizmetlerine başvuruların ve hastane yatışlarının azaltılması, hastalığın fiziksel ve psikolojik etkilerinin azaltılması, bağımlılığın önlenmesi ve yaşam kalitesinin artırılması sağlanabilmektedir (Zuhur ve Özpancar, 2017). Kronik hastalıkların yönetiminde, bireylerin sağlık bilgilerini anlayabilmeleri, değerlendirebilmeleri ve kullanabilmeleri gerekir (van der Heide ve ark., 2018). Sağlık okuryazarlığı, kronik hastalıkların önlenmesinde ve etkili yönetiminde önemli bir belirleyici olarak bildirilmiştir (Papadacos ve ark., 2018; Pourselami ve ark., 2017; van der Heide ve ark., 2018).

Sağlık okuryazarlık düzeyinin düşük olması, kronik hastalıklar ile mücadele etmenin önündeki en büyük engellerden biridir (Deniz ve ark. 2018). Düşük sağlık okur yazarlığının hastanın kendi bakımına katılma oranının ve hastalık yönetiminin azalmasına, sağlık durumunun kötüleşmesine, ayrıca acil servis kullanımı ve hastaneye yatış da dahil olmak üzere önlenebilir durumlarda artışa ve sağlık hizmetlerinin maliyetlerinin artmasına neden olduğu bildirilmiştir (Luckenbaugh ve Moses, 2022; Mackey ve ark., 2016; Papadacos ve ark., 2018). Literatür düşük sağlık okuryazarlığının, kanser kontrolünde riskleri anlama konusunda yetersizliğe yol açtığı, taramalara katılma ve kanserden korunma uygulamalarına yetersiz katılımı sonuçlandırdığını belirtmektedir (Rakhshkhorshid ve ark. 2018). Kanser tedavisi gören hastalarda sağlık okuryazarlığının öz bakım yönetiminin prediktörü olduğu, sağlık okuryazarlık arttıkça öz bakım yönetiminin arttığı saptanmıştır (İlhan ve ark., 2021).

Literatürde sağlık okur yazarlığının diyabet öz yönetimi için de önemli olduğu bildirilmiştir (Dahal ve Hosseinzadeh, 2019). Yapılan çalışmalarda diyabetli bireylerin sağlık okur yazarlık düzeyi arttıkça, tedaviye uyumun ve reçete talimatlarını anlama düzeylerinin arttığı ve hastalıklarının yönetiminin daha az zor buldukları belirlenmiştir (Niknami ve ark., 2018; Özönük ve Yılmaz, 2019; Singh ve ark., 2018). Düşük sağlık okur yazarlığının yüksek HbA1c düzeyleri ve kötü glisemik kontrol ile ilişki olduğu bildirilmiştir (Alvarez ve ark., 2018; Lamar ve ark., 2018). Sağlık okuryazarlığının diyabet öz bakım yönetimi ile ilişkili olduğu saptanmıştır (İlhan ve ark., 2021). Sağlık okuryazarlık düzeyi düşük olan kişilerin doktor randevusu alma oranının

daha az olduğu ve kanser tarama testleri hakkında daha az bilgiye sahip olduğu bulunmuştur (Rakhshkhorshid ve ark. 2018). Kronik hastalığı olan bireylerle yapılan bir çalışmada sağlık okuryazarlığı düzeylerinin kronik hastalık öz-yönetim becerileri üzerinde etkili bir faktör olduğu gösterilmiştir (Kaplan ve Bülbül, 2024). Yetersiz sağlık okuryazarlığı olan hastaların, yeterli sağlık okuryazarlığı olan hastalara göre acil servisi tekrar ziyaret etme olasılığı üç kat daha yüksek bulunmuştur (Shahid ve ark., 2022). Sağlık okuryazarlığı yetersiz olan kişilerin reçete etiketlerini anlamakta, tıbbi kararlara katılmakta, tıbbi tavsiyelere uymakta ve takip randevularına gitmekte genellikle zorluk yaşadıkları bildirilmiştir (Shahid ve ark., 2022).

5. SAĞLIK OKURYAZARLIĞININ GELİŞTİRİLMESİ

Toplumların sağlık okuryazarlığı geliştirilerek, bireylerin kendi sağlıklarını iyileştirmede aktif rol almaları, sağlık için toplumsal faaliyetlere başarılı bir şekilde katılmaları ve sağlık ve sağlıkta eşitlik konularında haklarını savunmaları sağlanabilir (WHO, 2024b). Sağlık okuryazarlığı, çok çeşitli toplumsal faktörler tarafından şekillendirilir. Bu nedenle, sağlık okuryazarlığını geliştirmek ve sürdürmek yalnızca bireylerin sorumluluğunda değildir. Hükümetler, sivil toplum kuruluşları ve sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere tüm bilgi sağlayıcılar, tüm insanlar için anlaşılabilir ve uygulanabilir bir biçimde güvenilir bilgilere erişimi sağlamalıdır (WHO, 2024a). DSÖ hem kurumsal hem de bireysel sağlık okuryazarlığını artıracak stratejiler ve müdahaleler önermektedir.

- **Örgütsel sağlık okuryazarlığı**, eğitim ve örgütsel süreçlerin iyileştirilmesiyle desteklenebilir.
- **Profesyonel sağlık okuryazarlığı**, sağlık ve eğitim profesyonellerinin düzenli eğitimiyle ele alınabilir.
- **Bireysel sağlık okuryazarlığı**, erken yaşlardan itibaren evde, anaokulunda, okullarda, üniversite düzeyinde ve yetişkin eğitiminin bir parçası olarak sağlıklı yaşamı geliştirici eğitim müfredatlarının uygulanmasıyla güçlendirilebilir (WHO, 2024a).

Amerikan Hastalık Kontrol Merkezi (CDC), 2010 yılında sağlık okuryazarlığını geliştirmek için ulusal eylem planı oluşturmuştur. Ulusal Eylem Planı, sağlık okuryazarlığını geliştirmeyi amaçlayan çok sektörlü bir çabadır. Plan, sağlık bilgilerine eşit erişimi artırmayı, sağlık bilgilerinin ve hizmetlerinin insan odaklı olmasını sağlamayı ve iyi sağlığı teşvik etmek için yaşam boyu taahhütleri desteklemeyi amaçlamaktadır. Bu eylem planının hedefleri aşağıda sıralanmıştır;

1. Doğru, erişilebilir ve eyleme geçirilebilir sağlık ve güvenlik bilgileri geliştirmek ve yaymak,
2. Sağlık hizmeti sunum sisteminde bilgi, iletişim, bilinçli karar verme ve sağlık hizmetlerine erişimi iyileştiren değişiklikleri teşvik etmek,

3. Doğru ve standartlara dayalı sağlık ve gelişimsel olarak uygun sağlık bilgilerini ve müfredatını üniversite seviyesine kadar çocuk bakımı ve eğitimine dahil etmek,
4. Toplumda yetişkin eğitimi, İngilizce eğitimi ve kültürel ve dilsel olarak uygun sağlık bilgilendirme hizmetleri sağlamaya yönelik yerel çabaları desteklemek ve genişletmek,
5. Ortaklıklar kurmak, rehberlik geliştirmek ve politikaları değiştirmek,
6. Sağlık okuryazarlığını geliştirmeye yönelik temel araştırmaların, uygulama ve müdahalelerin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesinin artırılması,
7. Kanıta dayalı sağlık okuryazarlık uygulamaları ve müdahalelerinin yaygınlaştırılması ve kullanımının artırılması (CDC, 2024).

6. KRONİK HASTALIĞI OLAN BİREYLERİN SAĞLIK OKURYAZARLIĞININ GELİŞTİRİLMESİ

Bireylerin sağlık okuryazarlığı düzeyinin yeterli olması, kendi sağlığı ve ailelerinin sağlığı için bilinçli karar verebilmeleri, sağlık bakımında aktif katılımlarını ve sağlık hizmetlerini etkin bir şekilde kullanabilmelerini sağlamaktadır (İlgaz, 2021). Yeterli sağlık okuryazarlığı düzeyinde olan bireyler kendi sağlığının yanı sıra ailesinin ve toplumun da sağlık sorumluluğunu üstlenebilmektedirler (Sørensen ve ark., 2012). Kronik hastalıkta sağlık okuryazarlığı müdahaleleri, kronik hastalığı olan bireylerin sağlık bilgi, tutum, beceri ve davranışlarını geliştirmeyi amaçlayan eğitim, danışmanlık, öz yönetim teknikleri ve diğer çeşitli yaklaşımları kapsamaktadır. Kronik hastalıkları olan bireylerin sağlık okuryazarlığı becerilerini geliştirmek için her fırsatı değerlendirmek çok önemlidir (Shao ve ark., 2023). Broşürler, kitapçıklar, görsel-ışitsel materyaller, çevrimiçi kaynaklar, eğitim yazılım programları ve web tabanlı eğitim uygulamaları kronik hastalığı olan bireylerin sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi için kullanılabilir (Shao ve ark., 2023).

Toplumda sağlık sorunları için ilk temas kurulan sağlık profesyoneli olan hemşireler, bireylere yaşadıkları ortamda ulaşabilir ve sağlık bilgilerine erişmeleri, anlamaları ve uygulamaları için onları güçlendirebilir. Kronik hastalığı olan bireylerle iletişimde hastaların sağlık okuryazarlıkları dikkate alan stratejiler kullanılması önerilmektedir. Bireylerin sağlık bilgilerine erişilebilmesi, anlaşılmayan alanların belirlenmesi ve hastaların sosyo-kültürel ihtiyaçları konusunda hassas bir şekilde iletişim kurmak önemlidir. Hastaları soru sormaya teşvik ederek, yavaş konuşarak veya hastaların anlama düzeylerini belirlemek için sorular sorarak bu sağlanabilir. Öğretilen bilgilerin hastaya tekrar ettirilmesi ile hastaların öğretilenleri anlamasının geliştirilebileceği vurgulanmaktadır (Nock ve ark., 2023).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık okuryazarlık kronik hastalıkların önlenmesi ve başarılı yönetiminde de önemli bir faktör olarak bildirilmektedir (Papadacos ve ark 2018). Sağlık okuryazarlığı düzeyinin yeterli olması, bireylerin kendi sağlığı ve ailelerinin sağlığı için bilinçli karar verebilmeleri, sağlık bakımına aktif katılımlarını ve sağlık hizmetlerini etkin bir şekilde kullanabilmeleri için önemlidir (Ilgaz, 2021). Kronik hastalığı olan bireylerin sağlık okuryazarlığı seviyesinin yükseltilmesi ile sağlık ve bakım hizmetlerinden en etkin şekilde yararlanmaları sağlanarak sağlık sonuçları iyileştirilebilecektir (Nock ve ark., 2023). Bu nedenle kronik hastalığı olan bireylerin sağlık okuryazarlığının geliştirilmesinde her fırsat değerlendirilmelidir (Shao ve ark., 2023). Hemşireler, kronik hastalığı olan bireylerin sağlık bilgilerine erişimleri, anlamaları ve uygulamaları için onları güçlendirebilirler. Kronik hastalığı olan bireylerle iletişimde hastaların sağlık okuryazarlıklarını ve sosyo-kültürel özelliklerini dikkate alan stratejiler kullanılmalıdır. Hastalar soru sormaya teşvik edilmeli, yavaş konuşulmalı ve öğretilen bilgiler hastaya tekrar ettirilerek ile hastaların öğretilenleri anlama düzeyleri artırılabilir (Nock ve ark., 2023). Kronik hastalığı olan bireylerin sağlık okuryazarlığının geliştirilmesinde görsel-işitsel materyaller, çevrimiçi kaynaklar, eğitim yazılım programları ve web tabanlı eğitim uygulamaları gibi farklı yöntemlerde kullanılabilir (Shao ve ark., 2023).

8. KAYNAKLAR

Aktaş, H. K., Aktaş, R., & Basat, O. (2020). Evaluation of Health Literacy and Health Perception in Individuals with Chronic Diseases. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 14(1), 31-36.

Alvarez, P. M., Young, L. A., Mitchell, M., Blakeney, T. G., Buse, J. B., Vu, M. B., Weaver, M. A., Rees, J., Grimm, K., & Donahue, K. E. (2018). Health Literacy, Glycemic Control, and Physician-Advised Glucose Self-Monitoring Use in Type 2 Diabetes. *Diabetes spectrum : a publication of the American Diabetes Association*, 31(4), 344-347. <https://doi.org/10.2337/ds18-0064>

CDC (2024). National Action Plan to Improve Health Literacy. <https://www.cdc.gov/health-literacy/php/develop-plan/national-action-plan.html>. adresinden 10 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.

Çopurlar, C. K., & Kartal, M. (2016). Sağlık Okuryazarlığı Nedir? Nasıl Değerlendirilir? Neden Önemli?. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(1).

Dahal, P. K., & Hosseinzadeh, H. (2019). Association of health literacy and diabetes self-management: a systematic review. *Australian journal of primary health*, 25(6), 526–533. <https://doi.org/10.1071/PY19007>

Deniz, S., Öztaş, D., & Akbaba, M. (2018). Birinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışan sağlık personelinin sağlık okuryazarlığı düzeyinin ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Sakarya Tıp Dergisi*, 8(2), 214-228.

Hacker K. (2024). The Burden of Chronic Disease. *Mayo Clinic proceedings. Innovations, quality & outcomes*, 8(1), 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2023.08.005>

Hançerlioğlu, S., & Aykar, F.Ş. (2018). Validity and reliability of Turkish version of the self care management process in chronic illness. *Gümüşhane University Journal of Health Sciences*, 7(1), 175-183.

Ilgaz, A. (2021). Bir aile sağlığı merkezi'ne kayıtlı bireylerde sağlık okuryazarlığı seviyesi ve ilişkili faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 8(2), 151-159.

İlhan, N., Gencer, S., Özdemir, Ö., & Maviyildiz, S. (2020). The Relationship Between Health Literacy and Illness Self-Care Management in Turkish Patients With Cancer. *Oncology nursing forum*, 47(3), E73–E85. <https://doi.org/10.1188/20.ONF.E73-E85>

İlhan, N., Telli, S., Temel, B., & Aştı, T. (2021). Health literacy and diabetes self-care in individuals with type 2 diabetes in Turkey. *Primary care diabetes*, 15(1), 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.06.009>

Institute of Medicine (US) Committee on Health Literacy, Nielsen-Bohlman, L., Panzer, A. M., & Kindig, D. A. (Eds.). (2004). *Health Literacy: A Prescription to End Confusion*. National Academies Press (US). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK216035/>

Kaplan, A., & Bülbül, E. (2024). Evaluation of health literacy level and personal factors in disease self-management of emergency department patients with chronic diseases. *International emergency nursing*, 77, 101523. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2024.101523>

Lamar, M., Wilson, R. S., Yu, L., James, B. D., Stewart, C. C., Bennett, D. A., & Boyle, P. A. (2019). Associations of literacy with diabetes indicators in older adults. *Journal of epidemiology and community health*, 73(3), 250–255. <https://doi.org/10.1136/jech-2018-210977>

Luckenbaugh, A. N., & Moses, K. A. (2022). The impact of health literacy on urologic oncology care. *Urologic oncology*, 40(4), 117–119. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2019.06.016>

Mackey, L. M., Doody, C., Werner, E. L., & Fullen, B. (2016). Self-Management Skills in Chronic Disease Management: What Role Does Health Literacy Have?. *Medical decision*

making : an international journal of the Society for Medical Decision Making, 36(6), 741–759.
<https://doi.org/10.1177/0272989X16638330>

Niknami, M., Mirbalouchzahi, A., Zareban, I., Kalkalinia, E., Rikhtgarha, G., & Hosseinzadeh, H. (2018). Association of health literacy with type 2 diabetes mellitus self-management and clinical outcomes within the primary care setting of Iran. *Australian journal of primary health*, 24(2), 162–170. <https://doi.org/10.1071/PY17064>

Nock, A. M., Metzging, S., Jürgensen, I. N., & Petersen-Ewert, C. (2023). Health Literacy in Adults with Chronic Diseases in the Context of Community Health Nursing: A Scoping Review. *Nursing reports (Pavia, Italy)*, 13(2), 823–834. <https://doi.org/10.3390/nursrep13020072>

Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health promotion international*, 15(3), 259-267.

Özonuk, E., & Yılmaz, M. (2019). Relationship between health literacy and compliance with the treatment among individuals with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Education and Research in Nursing*, 16(2), 96-103.

Papadakos, J. K., Hasan, S. M., Barnsley, J., Berta, W., Fazelzad, R., Papadakos, C. J., Giuliani, M. E., & Howell, D. (2018). Health literacy and cancer self-management behaviors: A scoping review. *Cancer*, 124(21), 4202–4210. <https://doi.org/10.1002/cncr.31733>

Poureslami, I., Nimmon, L., Rootman, I., & Fitzgerald, M. J. (2017). Priorities for Action: Recommendations from an international roundtable on health literacy and chronic disease management. *Health Promotion International*, 32(4), 743-754.

Rakhshkhorshid, M., Navaee, M., Nouri, N., & Safarzaii, F. (2018). The Association of Health Literacy with Breast Cancer Knowledge, Perception and Screening Behavior. *European journal of breast health*, 14(3), 144–147. <https://doi.org/10.5152/ejbh.2018.3757>

Shahid, R., Shoker, M., Chu, L. M., Fresağlık okuryazarlık, R., Ward, H., & Pahwa, P. (2022). Impact of low health literacy on patients' health outcomes: a multicenter cohort study. *BMC health services research*, 22(1), 1148. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08527-9>

Shao, Y., Hu, H., Liang, Y., Hong, Y., Yu, Y., Liu, C., & Xu, Y. (2023). Health literacy interventions among patients with chronic diseases: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Patient education and counseling*, 114, 107829. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.107829>

Singh, S., Acharya, S. D., Kamath, A., Ullal, S. D., & Urval, R. P. (2018). Health Literacy Status and Understanding of the Prescription Instructions in Diabetic Patients. *Journal of diabetes research*, 2018, 4517243. <https://doi.org/10.1155/2018/4517243>

Sørensen, K., Pelikan, J. M., Röthlin, F., Ganahl, K., Slonska, Z., Doyle, G., Fullam, J., Kondilis, B., Agrafiotis, D., Uiters, E., Falcon, M., Mensing, M., Tchamov, K., van den Broucke, S., Brand, H., & HLS-EU Consortium (2015). Health literacy in Europe: comparative results of the European health literacy survey (HLS-EU). *European journal of public health*, 25(6), 1053–1058. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv043>

Sørensen, K., Van den Broucke, S., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan, J., Slonska, Z., Brand, H., & (HLS-EU) Consortium Health Literacy Project European (2012). Health literacy and public health: a systematic review and integration of definitions and models. *BMC public health*, 12, 80. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-80>

Tanrıöver, M., Yıldırım, H., Ready, F.N.D., Çakır, B., & Akalın, E. (2014). *Turkey Health Literacy Survey 2014*. First edition, Ankara: Sağlık-Sen Publications. <http://www.saglikxen.org.tr> adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde alınmıştır.

van der Heide, I., Poureslami, I., Mitic, W., Shum, J., Rootman, I., & FitzGerald, J. M. (2018). Health literacy in chronic disease management: a matter of interaction. *Journal of clinical epidemiology*, 102, 134–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2018.05.010>

WHO (2024a). *Health literacy*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-literacy> adresinden 9 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.

WHO (2024b). *Improving health literacy*. <https://www.who.int/activities/improving-health-literacy>. adresinden 9 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.

Yılmaz, M., & Tiraki, Z. (2016). Sağlık Okuryazarlığı Nedir? Nasıl Ölçülür?. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(4), 142-147.

Zuhur, Ş., & Özpancar, N. (2017). The use of nursing models in the management of chronic diseases in Turkey: A systematic review. *Journal of Research and Development in Nursing*, 19 (2), 57-74.

SAĞLIK ÇALIŞANLARININ MOBBİNG VE İŞ TATMİNİ DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: META ANALİZ ÇALIŞMASI

Arş. Gör., FURKAN KELEŞ¹, Arş. Gör., DİLŞA AZİZOĞLU KELEŞ²,
Arş. Gör., FURKAN ALP³

¹İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, furkan.keles@medeniyet.edu.tr -
0000-0003-0665-3638

²İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, dilsa.azizoglu@medeniyet.edu.tr
- 0000-0002-4281-2264

³İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, furkan.alp@medeniyet.edu.tr -
0000-0001-6007-1212

ÖZET

Mobbing, iş yerinde belirli bir kişiye karşı birkaç ay boyunca sistemli olarak duygusal zarar veren davranışlara maruz bırakılarak bireyin dışlanması ve yıpratılması sürecidir. İş tatmini ise, bireyin iş deneyimlerinden kaynaklanan olumlu ya da olumsuz tutumlarını ve işine karşı hissettiği memnuniyet ya da memnuniyetsizlik durumunu ifade eder. Mobbing, çalışanın iş yaşamını olumsuz etkileyerek iş tatmini üzerinde negatif duygular oluşturabilir. Bu etkileşim, akademik çalışmalarda ilgi çeken bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı; Yükseköğretim Ulusal Tez Merkezi ve google scholar veri tabanlarında yayınlanan ve kapsam olarak Türkiye'deki sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri arasındaki ilişkiyi temel alan tez ve makale çalışmalarının meta analiz yöntemi ile incelenmesidir. Meta analiz yapılması için ihtiyaç duyulan örneklem sayısını barındıran ve Pearson korelasyon katsayısını (r) içeren 7 çalışma araştırma kapsamına alınmıştır. Meta analiz çalışmasında yayın yanlılığı varlığının ölçülmesi için huni saçılım grafiği ve Classic fail-safe N analiz yöntemleri ayrı ayrı uygulanmış ve yapılan test ile yayın yanlılığının varlığı ile ilgili herhangi bir kanıt bulunamamıştır. Etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi adına rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Analiz sonucunda sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu, ilişkiye dair etki büyüklüğünün -0.486 değeri ile orta düzeyde ve negatif yönlü olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mobbing, İş Tatmini, Meta Analiz.

1. GİRİŞ

Sağlık sektörü, fedakârlık, sabır gerektiren çeşitli meslekte üyelerin birlik halinde çalıştığı, iletişimin ve stres yönetiminin önemli olduğu bir hizmet sektörüdür. Bu sektör, sağlık çalışanlarının çalışma hayatlarında sıklıkla karşılaştıkları olumsuz koşullar nedeniyle dikkatlice incelenmesi gereken bir alan haline gelmiştir. Sağlık çalışanları her geçen gün artan iş yükü, uzun süreler dinlenmeden çalışma, vardiya düzeni gibi nedenlerle ağır çalışma şartlarına sahiptirler (Sayılan ve Aydın, 2020; Metin ve Kulakaç, 2022). Bunların yanında sağlık çalışanları psikolojik, sosyolojik, ekonomik sebeplerden etkilenebilmektedir. Bu anlamda, mobbing ve iş tatmini, sağlık çalışanlarının çalışma hayatlarını doğrudan etkileyen iki önemli unsurdur. Sağlık çalışanlarının ve dolayısıyla verdikleri sağlık hizmetini önemli derecede etkileyen etmenlerden biri mobbingdir (Özkaraca ve Köse; 2023). Mobbing “bezdiri, yıldırma, duygusal taciz, psikolojik taciz” kelimeleri ile anlatılabilmektedir (İbiloğlu, 2020). Ayrıca mobbing, “çalışılan kurumda, okullarda, toplumda belirli bir bireyi hedef alıp, o bireyin yaptığı çalışmalarını istemli bir şekilde engelleyip huzursuz olmasına neden olarak dışlama, yıldırma” olarak da tanımlanabilir (Karatuna ve Tınaz, 2010). Mobbing davranışları sağlık çalışanlarının fiziksel ve mental sağlığını olumsuz şekilde etkileyebilir. Çalışanların özgüvenlerini zedeler, iş tatminlerini düşürür ve işlerine olan bağlılıklarını azaltabilir (Hardal ve ark. 2023). İş tatmini ise kişinin yaptığı işten hissettiği hoşnutluk ile birlikte işine dair geliştirdiği tutumdur. Sağlık çalışanlarının, çeşitli sebeplerle maruz kaldıkları mobbing sonucunda iş tatminleri etkilenebilmektedir. Bu da çalışanların hem bireysel performanslarını hem de hastalarına sundukları bakım kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir (Lu, While & Barriball, 2005; Özkaraca ve Köse; 2023). Bu iki kavram arasındaki ilişkiye dair çalışmalara bakıldığında kavramların birbiri ile negatif ilişki içinde olduğu görülmektedir (Karcıoğlu ve Akbaş, 2010; İnaltekin ve Yağcı, 2024; Yiğitbaş ve Deveci, 2011).

Bu bilgiler ışığında sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı; Yükseköğretim Ulusal Tez Merkezi’nde (YÖKTEZ) yayımlanan tezler ve Türkiye’de yapılan makaleler içerisinde sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeylerinin ilişkisini inceleyen araştırmaların meta analiz yöntemi ile incelenmesidir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada YÖKTEZ ve google scholar veri tabanında yer alan sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri ilişkisini inceleyen, meta analiz için gerekli örneklem sayısına sahip olan ve Pearson katsayısı (r) içeren 7 tez çalışması araştırma kapsamına alınmıştır. Meta-analiz yönteminde, istatistiksel analize tabi tutulacak çalışmaların dahil edilmesi için belirli kriterler oluşturulmuştur. Bu kriterler şunlardır: (i) ilgili çalışmaların mobbing ve iş tatmini arasındaki ilişkiyi incelemesi, (ii) bu ilişkinin belirlenebilmesi için korelasyon katsayısı (r) içermesi ve (iii) yeterli örneklem sayısına sahip olması. Meta-analize alınan yayınların seçim kriterleri ise şunlardır: a) yayım dili (Türkçe ve İngilizce), b) araştırma deseni (YÖKTEZ’de ve google scholar veri tabanında yayımlanmış olması), c) korelasyon katsayıları (r) ve örneklem büyüklüğünün yazılış olması ve d) çalışmanın tam metnine erişim sağlanabilirliği gibi kriterler ele alınmıştır. Analiz sürecinde JAMOVI (v.2.4) yazılımının MAJOR eklentisi kullanılarak meta analiz gerçekleştirilmiştir. Korelasyon değerleri ve örneklem büyüklüklerine dayalı tüm

meta analizlerde, sosyal bilimlerde etki büyüklüklerinin çeşitlilik gösterdiği çalışmalarda önerildiği üzere, Field ve Gillet'in (2010) metoduna göre rastgele etki modeli tercih edilmiştir. Analiz bulguları arasında toplam çalışma sayısı, örneklem büyüklüğü, Fisher r-to-z dönüşümü uygulanmış korelasyon katsayısı, %95 güven aralığı alt ve üst sınırları, tau² (DerSimonian ve Laird, 1986), Q testi (Cochran, 1954), I² değeri (Higgins ve Thompson, 2002) ve yayın yanlılığı göstergeleri değerlendirilmiştir. Etki büyüklüğünün gücünü ölçmek için Cohen ve arkadaşlarının önerdiği şu eşik değerler dikkate alınmıştır: çok zayıf düzeyde (EB≤0,10), zayıf düzeyde (0,11≤EB≤0,30), orta düzeyde (0,31≤EB≤0,50), güçlü düzeyde (0,51≤EB≤0,80) ve çok güçlü düzeyde (EB≥0,81) (Cohen vd., 2007). Çalışma kapsamında belirlenen hipotezler aşağıdaki gibidir;

H0: Sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri arasında genelleştirilmiş etki büyüklüğüne ilişkin istatistiksel anlamlı ilişki yoktur.

H1: Sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri arasında genelleştirilmiş etki büyüklüğüne ilişkin istatistiksel anlamlı ilişki vardır.

3. BULGULAR

3.1.Dahil Edilen Çalışmalar

Çalışmada kullanılan veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Meta Analize Dâhil Edilen Çalışmalar

Çalışma Adı (7)	Örneklem Sayısı (N)	Korelasyon Değeri (R)
Aydın, 2012	301	-0.577
Yılmazel, 2013	129	-0.372
Yavuzer & Civilidag, 2014	244	-0.497
Talas, 2016	386	-0.480
Gökdemir, 2016	386	-0.400
Çevik Aydın, 2022	301	-0.264
Özkaraca, Köse, 2023	424	-0.515
Toplam Örneklem	2171	

Çizelge 1'de, sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeylerinin ilişkisini inceleyen araştırmalardan elde edilen örneklem büyüklükleri ve korelasyon değerleri sunulmuştur. Meta-analiz çalışmasında toplam 2171 katılımcı yer almış olup, çalışmalarda mobbing ile iş tatmini ilişkisinin yönü ve büyüklüğü değerlendirilmiştir. En yüksek negatif korelasyon değeri Özkaraca ve Köse (2023) çalışmasında gözlemlenmiş (r = -0.515) ve mobbingin iş tatmini düzeylerini olumsuz yönde etkileyebileceğine işaret etmiştir. Benzer şekilde, Yavuzer ve Civilidağ (2013) ile Talas (2016) çalışmalarında da yüksek negatif korelasyon değerleri (sırasıyla -0.497 ve -0.480) elde edilmiştir. Bu sonuç mobbingin iş tatmini üzerinde güçlü bir olumsuz etki yarattığını desteklemektedir. Bununla birlikte, daha düşük negatif korelasyon değerleri Aydın (2022) çalışmasında (r = -0.264) gözlemlenmiştir. Bu değerlerin daha düşük olması, bazı çalışma koşulları veya örneklem farklılıkları nedeniyle iki değişken arasındaki ilişkinin değişkenlik gösterebileceğini düşündürmektedir. Özellikle büyük örneklem gruplarına sahip çalışmalar (örneğin, Özkaraca ve Köse, 2023; N=424) daha yüksek korelasyon değerleri

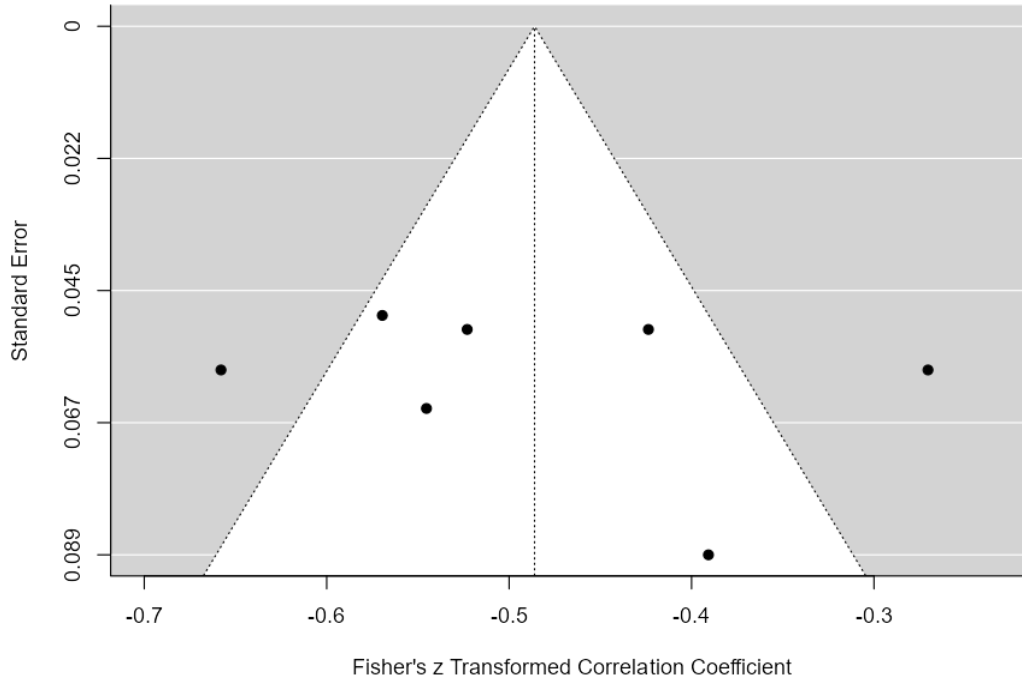
sunarken, daha küçük örneklem gruplarında korelasyon değerleri nispeten daha düşük olmuştur. Bu durum, geniş örneklem gruplarının daha güvenilir sonuçlar sunduğunu ve genel ilişkileri yansıtmak açısından önemli olduğunu göstermektedir. Genel olarak, çalışmalar negatif korelasyon değerleri ile mobbing ve iş tatmini arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymakta olup, sağlık çalışanlarının mobbing deneyiminin artmasıyla iş tatmininin düştüğünü göstermektedir.

3.2.Yayın Yanlılığı

Çizelge 2. Yayın Yanlılığı

Yanlılık Testi	Egger's Regression Analiz Sonucu	P Değeri	Fail Safe N
	0.616	0.538	1284

Yayın yanlılığını tespit etmek amacıyla yapılan analizlerden biri Egger's testidir. Egger's regresyon testinde p değerinin 0.05'ten büyük olduğu, yanlılık taşımadığını gösterir (Yiğit, 2020). Bu çalışmada, Egger's testi sonucu p değerinin 0.538 olması ve bu değer 0.05'ten büyük olması nedeniyle çalışma verilerinde yayın yanlılığı bulunmamaktadır. Çalışmada, heterojenliği test etmek için Q ve I² testleri, yayın yanlılığını değerlendirmek için ise Orwin's Fail-Safe N ve Tau katsayısı kullanılmıştır. Orwin's Fail-Safe N testi sonucunda 1284 değeri elde edilmiştir. Bu yüksek değer, çalışma bulgularının istikrarını desteklemekte olup, elde edilen bulguların tesadüfi ya da rastlantısal bir etkiden ziyade sağlam ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Verilerin analizi sonucunda herhangi bir yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür.



Görsel 1. Huni Grafiği (Funnel Plot)

Huni grafiği, yayın yanlılığını değerlendirmek için sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biridir ve grafik üzerindeki verilerin dengeli bir şekilde dağılması, yanlılık olmadığının bir göstergesi olarak kabul edilir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Görsel 1’de sunulan huni grafiği incelendiğinde, veri noktalarının çoğunun huni şeklinin içinde ve merkezi çizgi etrafında toplandığı görülmektedir. Bu dağılım, verilerin simetrik ve dengeli bir şekilde yerleşmiş olduğunu ve dolayısıyla yayın yanlılığı bulunmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, bazı veri noktalarının huni şeklinin dışında kaldığı gözlemlenmektedir. Bu durum, küçük bir yanlılık olasılığını işaret ediyor olsa da, bu sapmaların çalışmanın genel sonuçlarını ciddi derecede etkileyecek bir yayın yanlılığına işaret etmediği söylenebilir. Egger’s testinde elde edilen p değerinin ($p = 0.538$) 0.05 ’ten büyük olması da bu yorumu desteklemektedir. Bu sebeple istatistiksel olarak anlamlı bir yanlılık tespit edilmemiştir.

3.3.Heterojenlik Testi

Meta analiz çalışmalarında heterojenlik testi sonuçlarına göre araştırma değişkenlerin uygun analiz modelinin belirlenmesi amaçlanır. İstatistiksel açıdan heterojenlik, her çalışma tarafından tahmin edilen gerçek etkilerdeki değişimi ifade etmektedir (Cornell vd., 2014: 267). Elde edilen etki büyüklüğünün ortak bir etki büyüklüğünü paylaşması sonucunda sabit etki modeli, ortak bir etki büyüklüğünü paylaşmayıp heterojen dağılım varsa rastgele etkiler modeli tercih edilmelidir (Kürü, 2020: 448).

Çizelge 3. Heterojenlik Testi Sonuçları

Tau	Tau ²	I ²	H ²	df	Q	p
0.115	0.0133 (SE= 0.0098)	%80.12	5.030	6.000	29.502	$p < 0.001^*$

Çizelge 3’te heterojenlik testi sonuçlarına bakıldığında Q değerinin df değerinden büyük ve anlamlı olması nedeniyle heterojen olduğu söylenebilir. Ayrıca I² için heterojenlik seviyesinin %25, %50 ve %75 değerleri sınır olmak üzere sırasıyla düşük, orta ve yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir (Atalay, 2019). Bu değerlere göre, %25’in altında olan I² sonuçları düşük heterojenliği, %50 civarındakiler orta düzeyde heterojenliği ve %75 veya üzerindeki ise yüksek heterojenliği işaret etmektedir. I² değeri değerlendirildiğinde etki büyüklükleri ile ilgili dağılımın yüksek düzeyde heterojenliği olduğu ifade edilebilir. Dolayısıyla sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde rastgele etkiler modeli esas alınmıştır.

3.4.Dahil Edilen Çalışmalara İlişkin Etki Büyüklükleri

Çizelge 4’te bu çalışmanın kriterlerini karşılayan ve sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeylerinin ilişkisini inceleyen çalışmaların meta analizine dair sonuçlar verilmiştir.

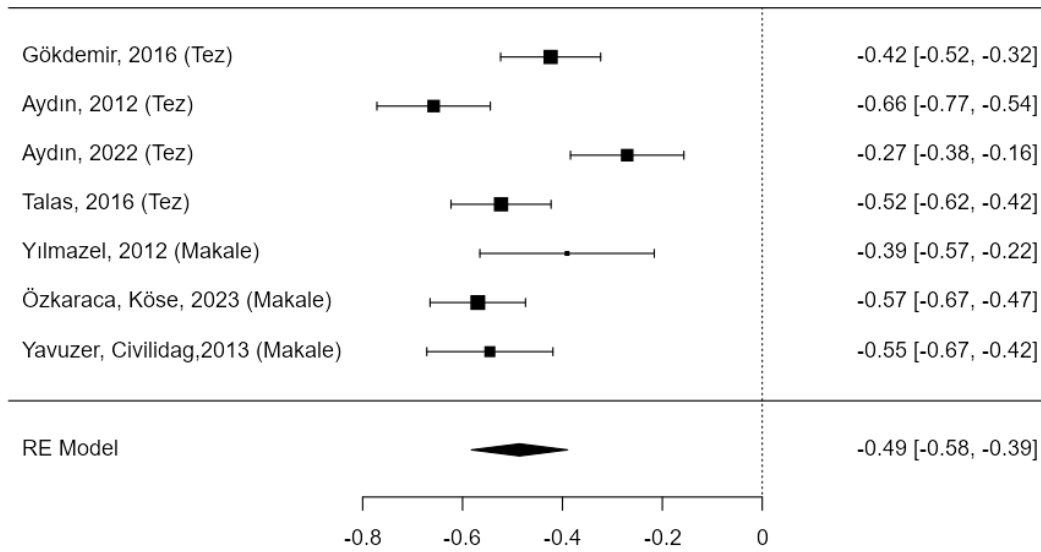
Çizelge 4. Rastgele Etki Modeli

k	N	r	%95 CI	p
7	2171	-0.486	(-0.582) - (-0.390)	0.001*

Bu meta-analiz çalışması, 7 çalışmanın verilerini içeren rastgele etkiler modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, genel etki büyüklüğü -0.486 olarak bulunmuş olup, bu etki büyüklüğü istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p = 0.001$). %95 güven aralığı -0.582 ile -0.390 arasında olup, etki büyüklüğünün bu sınırlar içerisinde yer aldığı görülmektedir. Elde edilen

etki büyüklüğüne ilişkin olarak Gedik ve Üstüner (2017) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, 0.30 ile 0.50 arasında yer alan etki büyüklükleri "orta derecede" bir ilişki düzeyine işaret etmektedir. Bu doğrultuda, sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeylerinde orta düzeyde ve negatif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varılabilir. Meta-analizin 2171 katılımcı (N) ve 7 çalışma (k) üzerinden gerçekleştirilmiş olması, elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve genellenebilirliğini artırmaktadır.

3.5.Orman Grafiği



Görsel 2. Orman Grafiği (Forest Plot)

Görsel 2' de yer alan orman grafiği içerisinde sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeylerinin ilişkisini inceleyen meta-analizde yer alan çalışmalardan elde edilen korelasyon değerlerini ve güven aralıklarını göstermektedir. Grafikte, her bir çalışmanın etki büyüklüğü ile %95 güven aralığı verilmiştir. Çalışmaların çoğunluğu negatif korelasyon değerleri sergilemekte olup, bu durum mobbing ve iş tatmini arasında negatif yönlü ilişki olduğunu desteklemektedir. Bu bulgu, sağlık çalışanlarına yönelik mobbing arttıkça iş tatmini düzeylerinde ise azalış meydana gelebileceğini düşündürmektedir. Çoğu çalışma, güven aralıklarının negatif yönde geniş bir dağılıma sahip olmasıyla dikkat çekmektedir; bu da sonuçların anlamlı olduğunu ve güven aralığı içerisinde negatif bir ilişkiyi desteklediğini göstermektedir.

4. SONUÇ

Bu meta-analiz çalışması, sağlık çalışanlarının mobbing ve iş tatmini düzeylerinin ilişkisini belirlemeyi amaçlayan 7 çalışmadan elde edilen verilerin rastgele etkiler modeli kullanılarak analiz edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, genel etki büyüklüğünün -0.486 olduğu ve elde edilen değerlerin istatistiksel açıdan anlamlı bulunduğu ($p = 0.001$) saptanmıştır.

%95 güven aralığına göre etki büyüklüğü -0.582 ile -0.390 arasında yer almakta olup, bu sonuç mobbing ile iş tatmininin orta düzeyde negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Gedik ve Üstüner'in (2017) sınıflandırması temel alınarak yapılan değerlendirmeye göre, -0.486'lık etki büyüklüğü "orta" düzeyde bir ilişkiye işaret etmektedir. Bu bulgu, sağlık çalışanlarının mobbinge maruziyet arttıkça iş tatminlerinin belirgin bir şekilde azaldığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulguları, işyerinde mobbingin azaltılmasının çalışanların iş tatmini üzerindeki olumlu etkisini desteklemekte ve bu ilişkinin iş sağlığı ve verimliliği açısından önemini vurgulamaktadır. Sağlık çalışanlarının iş tatmini, iş performansı ve genel ruh sağlığı açısından kritik bir faktördür ve mobbing gibi olumsuz çalışma koşullarına maruz kalmaları, iş tatminlerinde ciddi bir düşüşe yol açabilmektedir. Bu bağlamda, işyerinde mobbingin azaltılması, sadece çalışan memnuniyetini değil, aynı zamanda hizmet kalitesini de iyileştirebilir. Sağlık çalışanlarının iş tatmininin artırılması için mobbingin engellenmesi ve olumlu bir çalışma ortamının sağlanması, sağlık hizmetlerinin kalitesini doğrudan etkileyebilir ve çalışan bağlılığını güçlendirebilir. Bu doğrultuda, sağlık yöneticileri, kurum içi düzenlemeleri mobbingi önleyici yönde revize etmeli ve çalışanlar arasında dayanışmayı teşvik eden bir çalışma iklimi oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Aydın, Y. (2012). Bir üniversite hastanesinde çalışan hemşirelerin karşılaştıkları yıldırıcı davranışlar ile iş doyumunu arasındaki ilişki. Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
2. Çevik Aydın, T. (2022). Mobbing ve iş tatmini arasındaki ilişkinin özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde incelenmesi. İstanbul Topkapı Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Psikoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
3. Gökdemir, D. (2016). *Sağlık çalışanlarında mobbing algısının iş tatmini üzerindeki etkisi: Kamu hastanesinde bir araştırma* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
4. Özkaraca, Z., & Köse, T. (2023). Sağlık Çalışanlarının Mobbing (Yıldırma) Yaşama Düzeylerinin İş Doyumuna Etkisi. *Karya Journal of Health Science*, 4(2), 153-158.
5. Talas, Ş. (2016). *Hemşirelere uygulanan mobbing ile iş doyumunu arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
6. Yavuzer, Y., & Civilidag, A. (2014). Mediator role of depression on the relationship between mobbing and life satisfaction of health professionals. *Dusunen Adam Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 27(2), 115.
7. Yılmazel, G. (2013). Hemşirelerde Psikolojik Yıldırma, İş Doyumu ve Etkileyen Faktörler. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 5(2).
8. Aksoy Kürü, S. (2020). Örgütsel Özdeşleşme ve Performans İlişkisi: Ulusal Yazında Bir Meta analizi Çalışması. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute/Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (41).
9. Atalay, M. Ö. (2019). Örgütsel Bağlılık ve Örgütsel Adalet Arasındaki İlişkinin Meta Analiz Yöntemiyle İncelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5), 430-444.

10. Bakioğlu, A., & Özcan, Ş. (2016). *Meta-analiz*. Nobel.
11. Cochran WG. 1954. The combination of estimates from different experiments. *Biometrics* 100(1): 101–129.
12. Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th Edition). New York: Routledge.
13. Cornell, J. E., Mulrow, C. D., Localio, R., Stack, C. B., Meibohm, A. R., Guallar, E., & Goodman, S. N. (2014). Random-effects meta-analysis of inconsistent effects: a time for change. *Annals of internal medicine*, 160(4), 267-270.
14. DerSimonian, R., & Laird, N. (1986). Meta-analysis in clinical trials. *Controlled clinical trials*, 7(3), 177-188.
15. Field, A. P., & Gillett, R. (2010). How To Do A Metaanalysis. *British Journal Of Mathematical And Statistical Psychology*, 63(3), 665-694.
16. Gedik, A., & Üstüner, M. (2017). Eğitim örgütlerinde örgütsel bağlılık ve iş doyumunu ilişkisi: Bir meta analiz çalışması. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 41-57.
17. Higgins, J. P., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558.
18. Yiğit, A. (2020). Türkiye’de hastane verimliliğinin meta analiz yöntemiyle tespit edilmesine yönelik bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(1), 24-32.
19. Metin, A., & Kulakaç, Ö. (2022). Sağlık Çalışanlarında Mobing. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 65-74. <https://doi.org/10.47115/jshs.1039661>
20. Sayılan, A. A., & Aydın, A. (2020). Mobbing among healthcare workers: A review of research findings and methods of struggling. *Journal of Human Sciences*, 17(1), 185-193.
21. İbiloğlu, A. O. (2020). Farklı Yönleriyle Psikolojik Şiddet (Mobbing). *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 12(3), 1-1.
22. Karatuna, I., & Tınaz, P. (2010). İşyerinde psikolojik taciz: Sağlık sektöründe kesitsel bir araştırma. *TÜRK-İŞ*.
23. Lu, H., While, A. E., Barriball, K. L. (2005). Job satisfaction among nurses: a literature review. *International Journal of Nursing Studies*. 42(2):211-227.
24. Hardal, S., Güney Aslan, Y., Atik, Y. ve İslam, G. (2023). Okullarda Mobbingin İş Tatmini Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Yönetim ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 260-268.
25. İnaltekin, A., Yağcı, İ. (2024). Sağlık Çalışanlarının Ruh Sağlığı, İntihar Düşüncesi, Mobbinge Maruziyet ve İş Doyumu: Bir İkinci Basamak Hastane Örnekleme. *Osmangazi Tıp Dergisi*. 46(6):869-77.
26. Karcıoğlu, F., & Akbaş, S. (2010). The Relationship between Mobbing and Job Satisfaction. *Ataturk University Journal of Administrative and Economics*, 139-161.
27. Yiğitbaş, Ç., & Devenci, S. E. (2011). Sağlık Çalışanlarına Yönelik Mobbing. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 11(42), 23-28.

TEDAVİ GÖREN BİREYLERİN YAKINLARININ ANKSİYETE VE DEPRESYON DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: META ANALİZ ÇALIŞMASI

Arş. Gör., DİLŞA AZIZOĞLU KELEŞ¹, Arş. Gör., FURKAN KELEŞ²,
Arş. Gör., FURKAN ALP³

¹İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, dilsa.azizoglu@medeniyet.edu.tr
- 0000-0002-4281-2264

²İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, furkan.keles@medeniyet.edu.tr -
0000-0003-0665-3638

³İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, furkan.alp@medeniyet.edu.tr -
0000-0001-6007-1212

ÖZET

Bakım verici, hasta olan bireyi destekleyen ve en fazla bakımı üstlenen ana kişidir. Ailede bakıma ihtiyaç duyan bir bireyin varlığı, bu rolü üstlenen aile üyelerinin günlük rutinlerini değiştirmekte ve onları uyum sağlamaları gereken yeni olgularla karşı karşıya bırakmaktadır. Hastalık sürecinin uzun olması, hayatı tehdit etmesi, semptomların artması gibi faktörler, bakım vericinin sorumluluklarını artırmakta ve ailedeki rollerini etkilemektedir. Bu noktada, bakım vericilerin anksiyete ve depresyon düzeyleri de merak edilen bir konudur. Bu çalışmanın amacı; Yükseköğretim Ulusal Tez Merkezi ile Google Scholar veri tabanlarında yayınlanan ve kapsam olarak tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeyleri arasındaki ilişkiyi temel alan tez ve makale çalışmalarının meta analiz yöntemi ile incelenmesidir. Meta analiz yapılmasında gerekli örneklem sayısını bulunduran ve Pearson korelasyon katsayısını (r) içeren 8 çalışma araştırma kapsamına alınmıştır. Meta analiz çalışmasında yayın yanlılık varlığının ölçülmesi için huni saçılım grafiği ve Classic fail-safe N analizleri ayrı şekillerde uygulanmış ve test sonuçlarında yayın yanlılığının olduğuna yönelik herhangi bir kanıt saptanmamıştır. Etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi için rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Analiz sonucunda tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisinin anlamlı olduğu, ilişkiye dair etki büyüklüğünün 0.740 değeri ile yüksek düzeyde ve pozitif yönlü olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anksiyete, Depresyon, Meta Analiz.

1. GİRİŞ

Toplumda bir ailede hasta bir kişinin olması ailedeki kişiler ve diğer bakım vericiler üzerinde önemli etkileri vardır. Tedavi gören bireylerin yakınları, hasta ile doğrudan etkileşimde

buldukları için tedavi sürecine aktif bir şekilde dahil olurlar. Bu süreçte, sadece hastalar değil hasta yakınları da fiziksel, psikolojik, duygusal anlamda önemli sorunlar görülebilmektedir (Kaçan Softa, Çelik, Başbilen, 2016; Ölçüm ve ark., 2018). Özellikle de hasta birey kanser gibi uzun soluklu hastalıklardan, kronik hastalıklardan dolayı tedavi görüyorsa ya da yoğun bakımda tedavi görmekteyse bu bireylerin yakınları daha fazla psikolojik sorun yaşayabilmektedir (Gürkan, 2009; Çalışır ve ark. 2008). Bu durumda tedavi gören bireylerin yakınlarında en sık görülen sorunlar anksiyete ve depresyon olmaktadır (Kulu ve Özsoy, 2020). Anksiyete, kaygı, bunaltı gibi bireyin hayatını tehdit eden veya birey tarafından tehdit gibi algılanan endişe duygusudur (Işık ve Taner, 2006). Özellikle tedavi sürecindeki birey ve yakınlarını düşündüğümüzde süreçteki belirsizlikler, hastanın durumu ile ilgili var olan endişeler, günlük yaşam aktivitelerinde oluşabilecek aksamalar, uzun tedavi/yatış süreleri gibi nedenler tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete seviyesinde artışa sebep olabilmektedir (Chang ve ark., 2007). Depresyon ise, çökme, kederli hissetme, bireyin yaşamsal ve işlevsel aktivitelerinde azalmadır (Şahin, 2012). Bireyin hastalığı nedeniyle yaşanan stres, hasta yakınlarının moral ve motivasyonunu zayıflatabilir, onları depresif bir duruma sokabilir (Ateş ve ark., 2018; Çivi ve ark., 2011).

Bu bilgiler ışığında tedavi gören bireylerde anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisinin belirlenmesi önemlidir. Bu araştırmanın amacı; Yükseköğretim Ulusal Tez Merkezi'nde (YÖKTEZ) yayınlanan tezler ve Türkiye'de yapılan makaleler içerisinde tedavi gören bireylerde anksiyete ve depresyon ilişkisini inceleyen araştırmaların meta analiz yöntemi ile incelenmesidir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada YÖKTEZ ve google scholar veri tabanında yer alan tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon ilişkisini inceleyen, meta analiz yapılmasında gerekli örneklem sayısını bulduran ve Pearson katsayısı (r) içeren 8 tez çalışması araştırma kapsamına alınmıştır. Meta-analiz yönteminde, istatistiksel analize tabi tutulacak çalışmaların dahil edilmesi için belirli kriterler oluşturulmuştur. Bu kriterler şunlardır: (i) ilgili çalışmaların anksiyete ve depresyon arasındaki ilişkiyi incelemesi, (ii) bu ilişkinin belirlenebilmesi için korelasyon katsayısı (r) içermesi ve (iii) yeterli örneklem sayısına sahip olması. Meta-analize alınan yayınların seçim kriterleri ise şunlardır: a) yayım dili (Türkçe ve İngilizce), b) çalışma türü ve deseni (YÖKTEZ'de ve google scholar veri tabanında yayımlanmış olması), c) korelasyon katsayıları (r) ve örneklem büyüklüğünün yazılmış olması ve d) çalışmanın tam metnine erişim sağlanabilirliği gibi kriterler ele alınmıştır. Analiz sürecinde JAMOVI (v.2.4) yazılımının MAJOR eklentisi kullanılarak meta analiz gerçekleştirilmiştir. Korelasyon değerleri ve örneklem büyüklüklerine dayalı tüm meta analizlerde, sosyal bilimlerde etki büyüklüklerinin çeşitlilik gösterdiği çalışmalarda önerildiği üzere, Field ve Gillet'in (2010) metoduna göre rastgele etki modeli tercih edilmiştir. Analiz bulguları arasında toplam araştırma sayısı, örneklem büyüklüğü, Fisher r-to-z dönüşümü uygulanmış korelasyon katsayısı, %95 güven aralığı alt ve üst sınırları, tau² (DerSimonian ve Laird, 1986), Q testi (Cochran, 1954), I² değeri (Higgins ve Thompson, 2002) ve yayın yanlılığı göstergeleri değerlendirilmiştir. Etki büyüklüğünün gücünü ölçmek için Cohen ve arkadaşlarının önerdiği şu eşik değerler dikkate alınmıştır: çok zayıf düzeyde (EB≤0,10), zayıf düzeyde

($0,11 \leq EB \leq 0,30$), orta düzeyde ($0,31 \leq EB \leq 0,50$), güçlü düzeyde ($0,51 \leq EB \leq 0,80$) ve çok güçlü düzeyde ($EB \geq 0,81$) (Cohen vd., 2007). Çalışma kapsamında belirlenen hipotezler aşağıdaki gibidir;

H0: Tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeyleri arasında geliştirilmiş etki büyüklüğüne ilişkin istatistiksel açıdan anlamlı ilişki yoktur.

H1: Tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeyleri arasında geliştirilmiş etki büyüklüğüne ilişkin istatistiksel açıdan anlamlı ilişki vardır.

3. BULGULAR

3.6. Dahil Edilen Çalışmalar

Çalışmada kullanılan veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Meta Analize Dâhil Edilen Çalışmalar

Çalışma Adı (8)	Örneklem Sayısı (N)	Korelasyon Değeri (R)
Kaçmaz ve Barlas 2014	18	0,659
Özdemir, 2016	76	0,664
Ay ve ark, 2017	70	0,470
İşeri, 2020	490	0,678
Çetinkaya, 2021	150	0,266
Alemdar, 2022	71	0,709
Özköylü, 2023	117	0,744
Ayyıldız ve Öz, 2024	152	0,715
Toplam Örneklem	1144	

Çizelge 1 içerisinde tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisini inceleyen araştırmalardan elde edilen örneklem büyüklükleri ve korelasyon değerleri sunulmuştur. Meta analiz çalışmasında toplam 1144 katılımcı yer almış olup, çalışmalarda anksiyete ve depresyon arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü değerlendirilmiştir. En yüksek korelasyon değeri Özköylü (2023) çalışmasında gözlemlenmiş ($r = 0,744$) ve anksiyete düzeylerindeki artışın depresyon düzeylerini de benzer şekilde etkileyebileceğine işaret etmiştir. Ayrıca, Ayyıldız ve Öz (2024) ile Alemdar (2022) çalışmalarında da yüksek korelasyon değerleri (sırasıyla 0,715 ve 0,709) elde edilmiş olup, bu iki değişkenin birbiriyle ilişkili olduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte, daha düşük korelasyon değerleri Ay ve ark. (2017) çalışmasında $r = 0,470$ ve Çetinkaya (2021) çalışmasında $r = 0,266$ olarak bulunmuştur. Bu değerlerin daha düşük olması, bazı çalışma koşulları veya örneklem farklılıkları nedeniyle iki değişken arasındaki ilişkinin değişkenlik gösterebileceğini düşündürmektedir. Özellikle büyük örneklem gruplarına sahip çalışmalar (örneğin, İşeri, 2020; $N=490$) daha yüksek korelasyon değerleri sunarken, çok küçük örneklem gruplarında (Kaçmaz ve Barlas, 2014; $N=18$) korelasyon değerleri güçlü olmasına rağmen genellenebilirlik açısından sınırlı kalmaktadır. Bu durum, geniş örneklem gruplarının daha güvenilir sonuçlar sunduğunu ve genel ilişkileri yansıtmak açısından önemli olduğunu göstermektedir. Genel olarak, çalışmalar pozitif korelasyon değerleri ile anksiyete ve depresyon düzeylerinin anlamlı bir

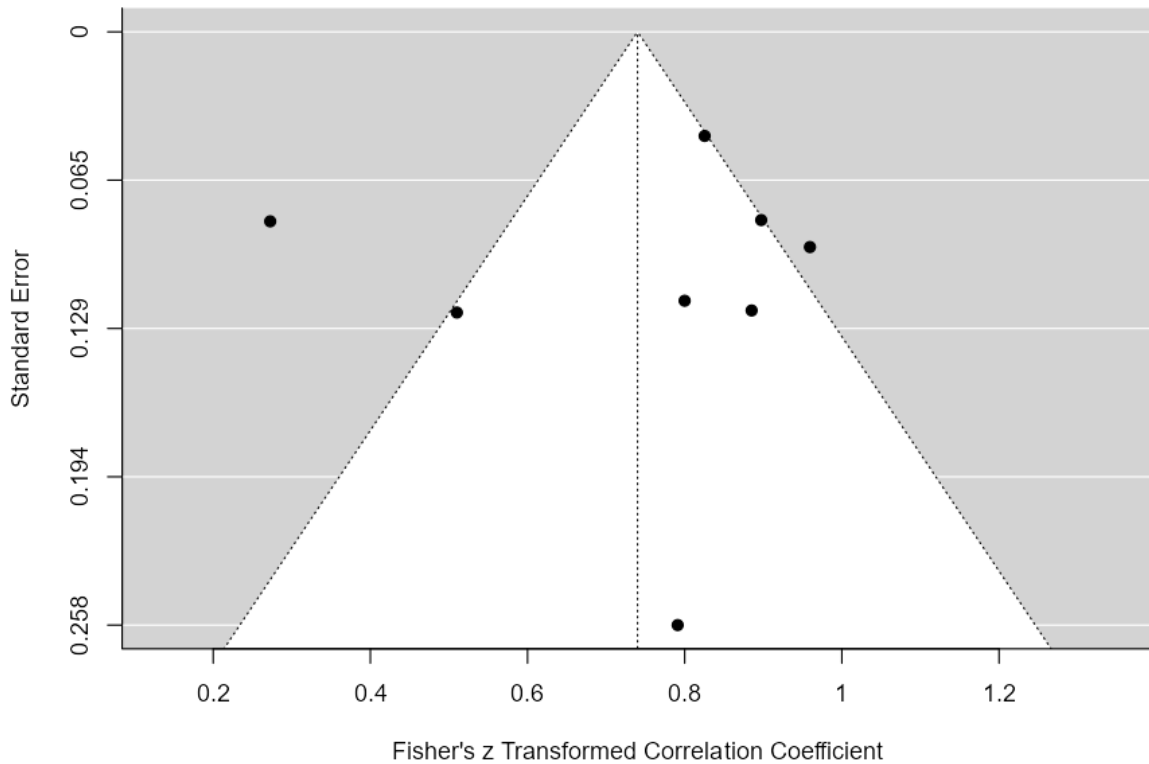
ilişkinin bulunduğunu ortaya koymakta olup, tedavi gören bireylerin yakınlarında anksiyete düzeyinin artması, depresyon düzeyinde de artışa neden olabileceğini göstermektedir.

3.7.Yayın Yanlılığı

Çizelge 2. Yayın Yanlılığı

Yanlılık Testi	Egger's Regression Analiz Sonucu	P Değeri	Fail Safe N
		0.067	0.947

Yayın yanlılığını tespit etmek amacıyla yapılan analizlerden biri Egger's testidir. Egger's regresyon testi sonucunda p değerinin 0.05'ten büyük olması, verilerin yanlılık taşımadığını gösterir (Yiğit, 2020). Bu çalışmada, Egger's testi sonucu p değerinin 0.947 olması ve bu değerin 0.05'ten büyük olması nedeniyle çalışma verilerinde yayın yanlılığı bulunmamaktadır. Çalışmada, heterojenliği test etmek için Q ve I² testleri, yayın yanlılığını değerlendirmek için ise Orwin's Fail-Safe N ve Tau katsayısı kullanılmıştır. Orwin's Fail-Safe N testi sonucunda 1511 değeri elde edilmiştir. Bu yüksek değer, çalışma bulgularının istikrarını desteklemekte olup, elde edilen bulguların tesadüfi ya da rastlantısal bir etkiden ziyade sağlam ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Verilerin analizi sonucunda herhangi bir yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür.



Görsel 1. Huni Grafiği (Funnel Plot)

Huni grafiği, yayın yanlılık varlığını değerlendirmek amacıyla yaygın olarak tercih edilen yöntemlerden biridir ve grafik üzerindeki verilerin dengeli bir şekilde dağılması, yanlılık olmadığının bir göstergesi olarak kabul edilir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Görsel 1’de sunulan huni grafiği incelendiğinde, veri noktalarının çoğunun huni şeklinin içinde ve merkezi çizgi etrafında toplandığı görülmektedir. Bu dağılım, verilerin simetrik ve dengeli bir şekilde yerleşmiş olduğunu ve dolayısıyla yayın yanlılığı bulunmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, bazı veri noktalarının huni şeklinin dışında kaldığı gözlemlenmektedir. Bu durum, küçük bir yanlılık olasılığını işaret ediyor olsa da, bu sapmaların çalışmanın genel sonuçlarını ciddi derecede etkileyecek bir yayın yanlılığına işaret etmediği söylenebilir. Egger’s testinde elde edilen p değerinin ($p = 0.947$) 0.05’ten büyük olması da bu yorumu desteklemektedir; çünkü istatistiksel olarak anlamlı bir yanlılık tespit edilmemiştir.

3.8.Heterojenlik Testi

Meta analiz çalışmalarında heterojenlik testi sonuçlarına göre araştırma değişkenlerin uygun analiz modelinin belirlenmesi amaçlanır. İstatistiksel açıdan heterojenlik, her çalışma tarafından tahmin edilen gerçek etkilerdeki değişimi ifade etmektedir (Cornell vd., 2014: 267). Elde edilen etki büyüklüğünün ortak bir etki büyüklüğünü paylaşması sonucunda sabit etki modeli, ortak bir etki büyüklüğünü paylaşmayıp heterojen dağılım varsa rastgele etkiler modeli tercih edilmelidir (Kürü, 2020: 448).

Çizelge 3. Heterojenlik Testi Sonuçları

Tau	Tau ²	I ²	H ²	df	Q	p
0.224	0.0503 (SE= 0.0335)	%85.84	7.062	7.000	49.733	p<0.001*

Çizelge 3’te heterojenlik testi sonuçları incelendiğinde Q değerinin df değerinden büyük ve anlamlı olması nedeniyle heterojen yapısının olduğu söylenebilir. Ayrıca I² için heterojenliğin seviyesinin %25, %50 ve %75 değerleri sınır olmak üzere sırasıyla düşük, orta ve yüksek olduğu belirtilmiştir (Atalay, 2019). Bu değerlere göre, %25’in altında olan I² sonuçları düşük heterojenliği, %50 civarındakiler orta düzeyde heterojenliği ve %75 veya üzerindeki ise yüksek heterojenliği işaret etmektedir. I² değeri değerlendirildiğinde etki büyüklüğü dağılımlarının yüksek düzeyde heterojenlik gösterdiği ifade edilebilir. Dolayısıyla tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisinin incelenmesinde rastgele etkiler modeli esas alınmıştır.

3.9.Dahil edilen Çalışmalara İlişkin Etki Büyüklükleri

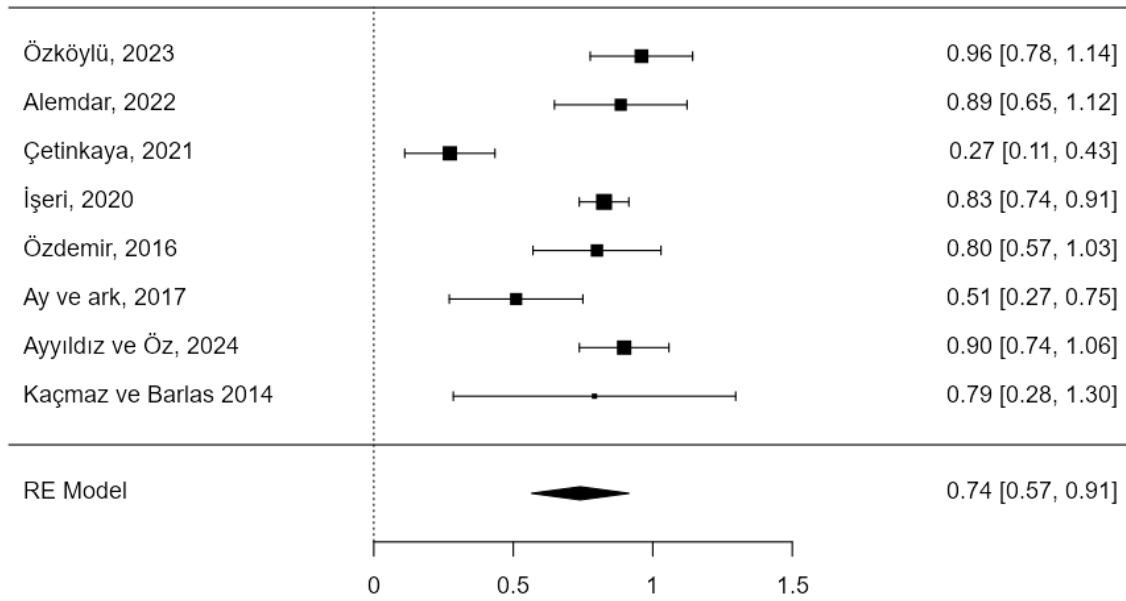
Çizelge 4’te bu araştırmanın kriterlerini sağlayan ve tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisini inceleyen araştırmaların meta analizine dair sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4. Rastgele Etki Modeli

k	N	r	%95 CI	p
8	1144	0.740	0.565-0.915	0.001*

Bu meta-analiz çalışması, 8 çalışmanın verilerini içeren rastgele etkiler modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, genel etki büyüklüğü 0.740 olarak bulunmuş olup, bu etki büyüklüğü istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p = 0.001$). %95 güven aralığı 0.565 ile 0.915 arasında olup, etki büyüklüğünün bu sınırlar içerisinde yer aldığı görülmektedir. Elde edilen etki büyüklüğüne ilişkin olarak Gedik ve Üstüner (2017) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, 0.50 ile 0.80 arasında yer alan etki büyüklükleri "yüksek derecede" bir ilişki düzeyine işaret etmektedir. Bu doğrultuda, tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinde yüksek düzeyde ve pozitif yönde ilişki olduğu sonucuna varılabilir. Meta-analizin 1144 katılımcı (N) ve 8 çalışma (k) üzerinden gerçekleştirilmiş olması, elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve genellenebilirliğini artırmaktadır.

3.10. Orman Grafiği



Görsel 2. Orman Grafiği (Forest Plot)

Görsel 2’de yer alan orman grafiği içerisinde tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisini inceleyen meta-analizde yer alan çalışmalardan elde edilen korelasyon değerlerini ve güven aralıklarını göstermektedir. Grafikte, her bir çalışmanın etki büyüklüğü ile %95 güven aralığı verilmiştir. Çalışmaların çoğunluğu pozitif korelasyon değerleri sergilemekte olup, bu durum anksiyete ile depresyon arasında pozitif yönde ilişki olduğunu desteklemektedir. Bu bulgu, tedavi gören bireylerin yakınlarında anksiyete düzeyinin artmasıyla depresyon düzeylerinde de bir artış meydana gelebileceğini düşündürmektedir. Çoğu çalışma, güven aralıklarının pozitif yönde geniş bir dağılıma sahip olmasıyla dikkat

çekmektedir; bu da sonuçların anlamlı olduğunu ve güven aralığı içerisinde pozitif bir ilişkiyi desteklediğini göstermektedir.

4. SONUÇ

Bu meta-analiz çalışmasında tedavi gören bireylerin yakınlarının anksiyete ve depresyon düzeylerinin ilişkisini belirlemeyi amaçlayan 8 çalışmadan elde edilen verilerin rastgele etkiler modeli kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, genel etki büyüklüğünün 0.740 olduğu ve elde edilen değerin istatistiksel açıdan anlamlı bulunduğu ($p = 0.001$) saptanmıştır. %95 güven aralığına göre etki büyüklüğü 0.565 ile 0.915 arasında yer almakta olup, bu sonuç anksiyete ve depresyon düzeylerinin yüksek düzeyde ve pozitif yönde ilişkilerinin olduğunu göstermektedir. Gedik ve Üstüner'in (2017) sınıflandırması temel alınarak yapılan değerlendirmeye göre, 0.740'lık etki büyüklüğü "yüksek" düzeyde bir ilişkiye işaret etmektedir. Bu bulgu, tedavi gören bireylerin yakınlarında anksiyete düzeylerinin artmasıyla birlikte depresyon düzeylerinde de anlamlı bir artış yaşanabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulguları, anksiyete düzeylerinin azaltılmasının depresyon üzerindeki olumlu etkisini desteklemekte ve bu ilişkinin ruh sağlığı açısından önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, sağlık profesyonellerine ve politika yapıcılara yönelik olarak, tedavi gören bireylerin yakınlarında anksiyete düzeyini azaltmaya yönelik psikososyal destek programları geliştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Aksoy Kürü, S. (2020). Örgütsel Özdeşleşme ve Performans İlişkisi: Ulusal Yazında Bir Meta analizi Çalışması. Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute/Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (41).
2. Alemdar, S. (2022). Demans hastalarına bakmakla yükümlü hasta yakınlarının kişilik özelliklerinin algılanan bakım yükü, depresyon ve anksiyete düzeyleri ile ilişkisi. İstanbul Kent Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Psikoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
3. Atalay, M. Ö. (2019). Örgütsel Bağlılık ve Örgütsel Adalet Arasındaki İlişkinin Meta Analiz Yöntemiyle İncelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5), 430-444.
4. Ay, S., Ünübol, H., Ezer, S., Omay, O., & Sayar, G. H. (2017). Yaşlı hastalara bakım verenlerin bakım verme yükleri ve başa çıkma biçimleri ile depresyon ve anksiyete düzeyleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Fam Pract Palliat Care*, 2(3), 38-44.
5. Ayyıldız, D., & Öz, H. S. Çocuğu Yoğun Bakım Ünitesinde Yatan Ebeveynlerin Depresyon, Anksiyete ve Stres Düzeyleri. *Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 223-232.
6. Bakioğlu, A., & Özcan, Ş. (2016). *Meta-analiz*. Nobel.
7. Cochran WG. 1954. The combination of estimates from different experiments. *Biometrics* 100(1): 101–129.

8. Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th Edition). New York: Routledge.
9. Cornell, J. E., Mulrow, C. D., Localio, R., Stack, C. B., Meibohm, A. R., Guallar, E., & Goodman, S. N. (2014). Random-effects meta-analysis of inconsistent effects: a time for change. *Annals of internal medicine*, 160(4), 267-270.
10. Çetinkaya, N. (2021). İnmeli hastalara bakım verenlerde bakım yükü, anksiyete ve depresyon düzeyinin incelenmesi. İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
11. DerSimonian, R., & Laird, N. (1986). Meta-analysis in clinical trials. *Controlled clinical trials*, 7(3), 177-188.
12. Field, A. P., & Gillett, R. (2010). How To Do A Metaanalysis. *British Journal Of Mathematical And Statistical Psychology*, 63(3), 665-694.
13. Gedik, A., & Üstüner, M. (2017). Eğitim örgütlerinde örgütsel bağlılık ve iş doyumunu ilişkisi: Bir meta analiz çalışması. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 41-57.
14. Higgins, J. P., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558.
15. İşeri, B. (2020). Bir toplum ruh sağlığı merkezinden hizmet alan şizofreni hastalarının hizmet alma sürelerinin hastalar ve bakım verenleri üzerindeki etkileri. İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
16. Kaçmaz, N., & Barlas, G. Ü. (2014). Karaciğer Nakli Yapılan Hasta ve Hasta Yakınlarının Psikososyal Durumlarının Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi. *Journal of Psychiatric Nursing/Psikiyatri Hemşireleri Derneği*, 5(1).
17. Özdemir, F. (2016). *Palyatif bakım alan hastaların yakınlarının yaşadıkları psikososyal sorunlar ile dini başa çıkma tarzları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Master's thesis, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
18. Özköylü, Ş, S. (2023). Palyatif bakım servisindeki hasta yakınlarının depresyon anksiyete ve stres durumlarının ölüme karşı tutumlarına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Esasları Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
19. Yiğit, A. (2020). Türkiye’de hastane verimliliğinin meta analiz yöntemiyle tespit edilmesine yönelik bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(1), 24-32.
20. Çivi, S., Kutlu, R., & Çelik, H. H. (2011). Kanserli hasta yakınlarında depresyon ve yaşam kalitesini etkileyen faktörler. *Gulhane Medical Journal*, 53(4).
21. Kaçan Softa, H., Çelik, A., & Başbilen, H. (2016). Depression In The Relatives Of Patients Undergoing Chemotherapy. *Health Academy Kastamonu*, 1(1), 56-70.
22. Ölçüm, H. İ., Özşen, K., Diken, A. İ., Yazla Asafov, E. C. E., & Karadere, M. E. (2018). Kardiyovasküler cerrahi yoğun bakım birimlerinde hasta yakınının gereksinimleri: Anksiyete ve depresyon ile ilişkisi. *Dahili ve Cerrahi Bilimler Yoğun Bakım Dergisi*, 9(3), 63-67.
23. Ateş, E., Canyılmaz, E., Çakır, N. G., Yurtsever, C., & Yöney, A. (2018). Kanser hastalarının ve onlara bakım veren kişilerin depresyon ve anksiyete durumlarının değerlendirilmesi. *Ankara Medical Journal*, 18(1), 61-67.

24. Işık E. ve Taner, Y. Çocuk Ergen ve Erişkinlerde Anksiyete Bozuklukları, Asimetrik Parellel Kitabevi, 2006.
25. Şahin, Z., Depresyon Tanılı Hastaların Fragile X Yönünden Değerlendirilmesi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2012.
26. Gürkan A. (2009). Bütüncül yaklaşım: yoğun bakımda hastası olan aile üyeleri. Yoğun Bakım Hemşireliği Derg. 13(1):1–5.
27. Çalışır, H., Şeker, S., Güler, F., Anaç, G. T., Türkmen, M. (2008). Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde bebeği yatan ebeveynlerin gereksinimleri ve kaygı düzeyleri. Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Derg. 12(1):31–44.
28. Chang, E.W.-C., et al., (2007). Quality of sleep and quality of life in caregivers of breast cancer patient. Psycho oncology, 16(10): p. 950-955.

CHALLENGES ENCOUNTERED IN PRODUCING COMPOSITE CRASH BOXES WITH DIFFERENT SECTIONAL GEOMETRY

**Mechanical Eng. Zümray Araz¹, Assoc. Prof. Dr. Ertan KÖSEDAĞ², Lecturer Dr.
Baran ERKEK³**

¹ Van Yuzuncu Yil University, Institute of Science, z.araz1996@hotmail.com

² Van Yuzuncu Yil University, Department of Mechanical Engineering, ekosedag@yyu.edu.tr
- ORCID: 0000-0002-5580-0414

³ Van Yuzuncu Yil University, Department of Mechanical and Metal Technologies,
baranerkek@yyu.edu.tr - ORCID: 0000-0003-0756-0513

ABSTRACT

The purpose of crash boxes is to protect the vehicle and its occupants in possible accidents by preserving vehicle integrity. It performs this process thanks to its energy absorption ability. The higher energy absorption ability, the better protection it provides. Crash boxes, which are generally made of metallic materials, create extra weight for vehicles. Therefore, studies on crash boxes focus on composite materials that are lighter and have as good mechanical properties as metallic materials. Research focuses on many shapes such as square, conical, hexagonal, cylindrical and origami. On the other hand, there are studies on the effect of the type of fiber used, the effect of hybridization, and the addition of filler material. The production method is also an important factor in composite materials. Composite materials are generally produced by hand lay-up, filament winding or vacuum infusion methods. In our study, solutions regarding the difficulties encountered during the production phase of vacuum infusion method fiber-reinforced epoxy resin matrix composite crash boxes are included. The difficulties encountered are primarily the presence of templates with the geometry to be produced. The production was carried out by selecting metal and cardboard as templates. However, the metal templates provided a good hybridization with the fibers and provided a solid hybrid composite material. Although corrugated cardboards were first wrapped around the metal templates to solve this problem, problem was not solved, the vacuum infusion method affected the thin structure of the cardboard, provided very good adhesion to the metal and prevented tubes from coming out after production. The problem was then solved by wrapping a thicker corrugated pipe. After the vacuum infusion process and curing were completed, the cardboard was dissolved by immersion in water and shaped composite tubes were produced. In the production of cylindrical tubes, a cardboard core was used as a template, and after the specification process, the cardboard was dissolved and only the sample remained.

Keywords; Crash Box, Composite Material, Cylindrical, Hexagonal, Square

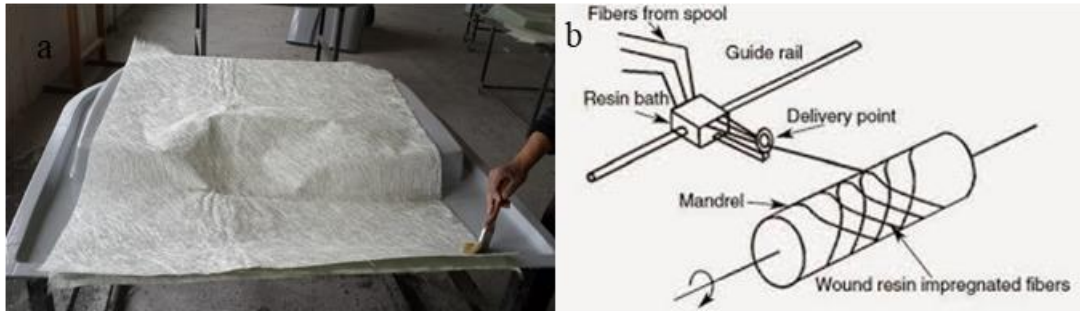
1.INTRODUCTION

Crash boxes are vehicle safety elements located at the front of the chassis of vehicles. These elements are elements that have the ability to absorb the energy generated during an accident.

The higher the energy absorption ability, the better it is to maintain integrity of the vehicle and ensure the safety of passengers inside. Although they are metallic based, studies are also being carried out with composite materials. Due to their properties, composites have begun to be used extensively in the industry [1,2]. When producing composite materials, the most important factor is the selection of molds appropriately to give desired shape. The production method is also a factor that affects this process. It is an important factor that the epoxy penetrates the fibers sufficiently and well during the production process. Epoxy resins are an important component for composites due to their excellent fiber adhesion and good mechanical properties [3,4]. There are many studies on crash boxes in the literature. These studies continue on many parameters such as the shape of the crash box, the type of fiber, and the filler material used and hybridization. Cui et al. [5] conducted research on the energy absorption properties of origami-based honeycombs. They compared the reentrant structure with origami. They stated that origami is better. El Baky et al. [6] investigated the collision energy absorption of metal-composite cylinders. They stated in their study that hybridization positively affects the mechanical properties in crash boxes. Zhang et al. [7] investigated the dynamic impact response and properties of aluminum honeycombs filled with expanded polypropylene foam. They stated that foam filling has positive effects on the mechanical properties. Zhu et al. [8] conducted research on the crushing properties of different configurations of metal-composite hybrid tubes. They stated that hybridization is a good structure for energy absorption. Onsalung et al. [9] investigated the impact response of a circular aluminum tube filled with polyurethane foam. In their study, they examined the impact behaviors of foam filling on aluminum tubes. They stated that impact energy is more efficient in foam-filled tubes. Vacuum infusion method is only one of the composite production methods. After the composite material to be produced is laid or wound, epoxy resin is given into the nylon closed with sealing tapes. On the one hand, the epoxy resin is given to the system, while on the other hand, the vacuum pump provides the necessary suction (Visual 1). In this way, the epoxy resin is distributed smoothly and homogeneously [10]. The presence of voids in the composite material is generally a factor that negatively affects mechanical properties such as tensile, bending and fatigue strength [11,12]. In the hand lay-up method, the resin used on the fibers depends entirely on the manual skill of the person. In another method, the filament winding method, the fibers passing through the epoxy resin are wound by rotational movement of mandrel. Visual 2 shows the filament winding method with the hand lay-up method.



Visual 1. Vacuum infusion method.



Visual 2. A) hand lay-up method [13] b) filament winding method [14]

This study presents the difficulties encountered and solutions produced in square, hexagonal and cylindrical composite crash boxes with epoxy resin matrix produced by vacuum infusion method.

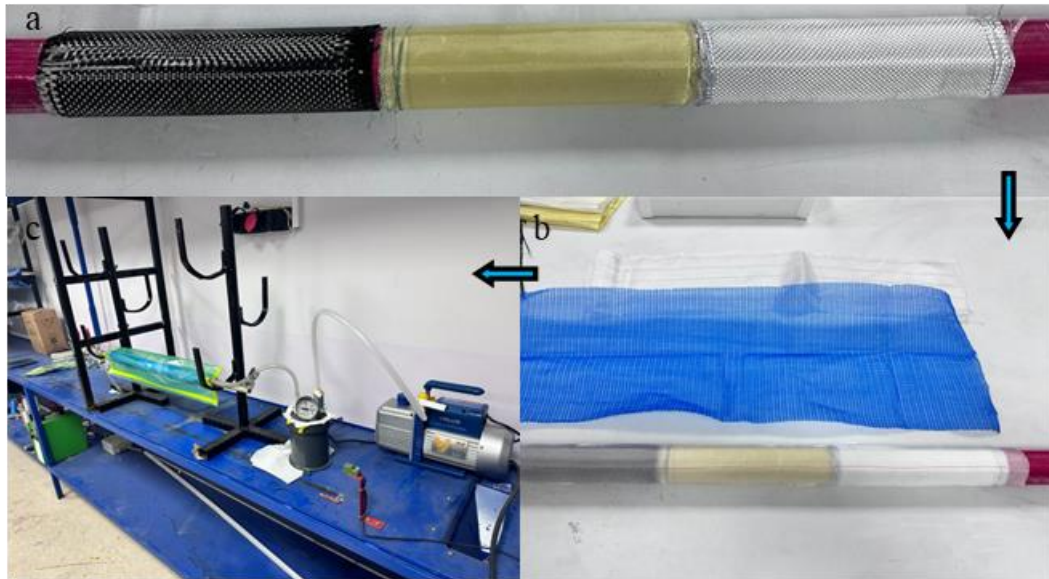
2.MANUFACTURING PHASE

Three different types have been determined for production in composite tubes. It is desired to produce them with vacuum infusion method in cylindrical, hexagonal and square shapes. Metal templates suitable for the dimensions have been prepared to produce square and hexagonal crash boxes (Visual 3). The important part is that the fibers wrapped around all the samples are the same length and are desired to be wrapped 6 times. In other words, the templates are prepared as metal so that the circumferences of the samples are of equal length.



Visual 3. Metal templates a) square template b) hexagonal template

Before proceeding to the production phase, precautions had to be taken to prevent the fibers from forming a hybrid composite material with metal templates together with the epoxy resin. For this purpose, corrugated cardboards known as craft paper were wrapped on the metal templates to prevent fibers from sticking to the metal. After the cardboard was wrapped, a tape was wrapped around cardboard sample to ensure sealing of the epoxy resin and air that would be formed with the vacuum. After this process, the fibers were wrapped on templates and a separator fabric and grid were wrapped on top. Then, it was reinforced with an airtight nylon sealing tape, which is an important part for vacuum infusion, and it was put on the sample. After these processes, the sample was made ready for vacuum infusion. While vacuum suction was provided from one side of the sample, epoxy resin was given to the system from other side, thus providing a homogeneous mixture. Finally, the sample was left to cure for 1 day. After the curing was completed, the separator fabric and grid were removed and crash box was separated from the metal. The production phase is given in Visual 4.



Visual 4. Production phase a) fiber winding process b) separator fabric and grid winding c) vacuum infusion process

The corrugated tube was observed to have stuck to the metal too much with vacuum infusion effect. It was attempted to be removed by removing the corrugated cardboard composite tube from between metal. First, it was requested that the sample left in water be removed on its own. When this method was not successful, the craft paper between the metal and the composite was tried to be removed from the area where it was stuck without damaging the composite with the help of a cutting tip, but this method was also unsuccessful. Then, pressure was applied between the metal and the composite and the composite was attempted to be removed. Although pressurized water was tried for pressure, this method did not yield a positive result either. Later, it was attempted to be removed with the help of a metal press, but it was unsuccessful. The thinness of the corrugated cardboard in between did not create too much space for the metal with the effect of vacuum and spherification, and therefore composite tube did not separate from metal template.

In order to eliminate all these negativities, the thickness value of the selected corrugated craft paper was changed and all the processes were carried out again. The aim was to create a sufficient distance between the fiber and metal. At the end of curing, the template was left in water and the cardboard remaining between the composite tube and composite tube was dissolved. In this way, the produced sample was easily separated from the template and removed.

Although a metal template was used for the square and hexagonal tube, cardboard cores were selected as template for cylindrical tube. The difficulty encountered in cardboard cores is that the epoxy resin penetrates the cardboard core and the force to be created by vacuum infusion damages cardboard core. The cardboard core was taped for air tightness. The taping process prevents air leakage as well as the contact of the epoxy with the cardboard. In order to prevent any deformation in the cardboard due to the power of vacuum, it was necessary to select the wall thickness sufficiently. After the fiber, separator fabric and grid were wrapped in taping process, the samples were put on leak-proof nylon and were ready for vacuum infusion. After

the epoxy resin was applied, it was left to cure and after curing, the cardboards were directly separated from the samples left in the water to obtain only composite tube.

3.CONCLUSION

In our study, the difficulties and solutions experienced during the production phase of composite crash boxes produced with vacuum infusion method with epoxy resin matrix having different geometries were investigated. As a result, it was understood that when using templates depending on the geometry structure, cardboard wrapping should be done on the template so that the fibers do not form hybridization with metal due to the effect of epoxy resin. It was concluded that it would be appropriate to choose the thickness of this cardboard neither thick enough to affect its surroundings nor thin enough to allow adhesion.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by Van Yüzüncü Yıl University (YYU, BAP, Project Number: FYL-2023-10730)

REFERENCES

- [1] Marmol G, Ferreira DP, Figueiro R. Automotive and construction applications of fiber reinforced composites. In Joseph K, Oksman K, George G, Wilson R, Appukuttan S. eds. *Fiber Reinforced Composites: Constituents, Compatibility, Perspectives and Applications*. Woodhead Publishing; 2021: 785-819. doi:[10.1016/B978-0-12-821090-1.00009-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821090-1.00009-0)
- [2] Sreejith M, Rajeev RS. Fiber reinforced composites for aerospace and sports applications. In Joseph K, Oksman K, George G, Wilson R, Appukuttan S, eds. *Fiber Reinforced Composites: Constituents, Compatibility, Perspectives and Applications*. Woodhead Publishing; 2021: 821-859. doi:[10.1016/B978-0-12-821090-1.00023-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821090-1.00023-5)
- [3] Puigvert F, Crocombe AD, Gil L. Static analysis of adhesively bonded anchorages for CFRP tendons. *Construct Build Mater*. 2014; **61**: 206-215. doi:[10.1016/j.conbuildmat.2014.02.072](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.072)
- [4] Williams G, Trask R, Bond I. A self-healing carbon fibre reinforced polymer for aerospace applications. *Compos Part A: Appl Sci Manuf*. 2007; **38**: 1525-1532. doi:[10.1016/j.compositesa.2007.01.013](https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2007.01.013)
- [5] Z. Cui, J. Qi, Y. Tie, T. Zou, and Y. Duan, 'Research on the energy absorption properties of origami-based honeycombs', *Thin-Walled Struct.*, vol. 184, p. 110520, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.tws.2022.110520.
- [6] M. A. A. El-baky, M. M. A. Allah, M. Kamel, and W. Abdel-Aziem, 'Fabrication of Glass/Jute Hybrid Composite over Wrapped Aluminum Cylinders: An Advanced Material for Automotive Applications', *Fibers Polym.*, vol. 24, no. 1, pp. 143-155, Jan. 2023, doi: 10.1007/s12221-023-00116-9.
- [7] Y. Zhang, Q. Liu, Z. He, Z. Zong, and J. Fang, 'Dynamic impact response of aluminum honeycombs filled with Expanded Polypropylene foam', *Compos. Part B Eng.*, vol. 156, pp. 17-27, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.compositesb.2018.08.043.

- [8] G. Zhu, G. Sun, Q. Liu, G. Li, and Q. Li, 'On crushing characteristics of different configurations of metal-composites hybrid tubes', *Compos. Struct.*, vol. 175, pp. 58–69, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.compstruct.2017.04.072.
- [9] N. Onsalung, C. Thinvongpituk, and K. Pianthong, 'Impact Response of Circular Aluminum Tube Filled with Polyurethane Foam', *Mater. Trans.*, vol. 55, no. 1, pp. 207–215, 2014, doi: 10.2320/matertrans.M2013293.
- [10] B. Erkek, E. Kosedag, and H. Adin, 'Hybridization effect on energy absorption capacity of composite crash boxes', *Polym. Compos.*, p. pc.28640, Jun. 2024, doi: 10.1002/pc.28640.
- [11] H. Zhu, B. Wu, D. Li, D. Zhang, and Y. Chen, 'Influence of Voids on the Tensile Performance of Carbon/epoxy Fabric Laminates', *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 27, no. 1, pp. 69–73, Jan. 2011, doi: 10.1016/S1005-0302(11)60028-5.
- [12] H. Huang and R. Talreja, 'Effects of void geometry on elastic properties of unidirectional fiber reinforced composites', *Compos. Sci. Technol.*, vol. 65, no. 13, pp. 1964–1981, Oct. 2005, doi: 10.1016/j.compscitech.2005.02.019.
- [13] <https://www.makrokompozit.com/el-yatirmasi/> (Date of Access: 21.10.2024)
- [14] <https://tekstilteknik.blogspot.com/p/kompozit-uretim-yontemleri.html> (Date of Access: 21.10.2024)

DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR COMPOSITE TUBE PRODUCTION

Lecturer Dr. Baran ERKEK¹, Assoc. Prof. Dr. Ertan KÖSEDAĞ²

¹ Van Yuzuncu Yil University, Department of Mechanical and Metal Technologies,
baranerkek@yyu.edu.tr - ORCID: 0000-0003-0756-0513

² Van Yuzuncu Yil University, Department of Mechanical Engineering, ekosedag@yyu.edu.tr
- ORCID: 0000-0002-5580-0414

ABSTRACT

Metallic materials are used in many fields of engineering applications, but sometimes they are insufficient in terms of lightness. Therefore, in many studies, material types that will replace metallic materials are investigated and tendency towards composite materials is increasing. Composite materials are preferred in terms of both mechanical properties and lightness. Composite materials are produced in different ways. Generally, three different methods are used for composite materials. These are; hand lay-up method, filament winding and vacuum infusion method. Sometimes the shape of the composite material can be the reason that affects its production method. In cylindrical tube production, filament winding method is largely used. In our study, epoxy resin matrix fiber reinforced cylindrical tubes were tried to be produced by vacuum infusion method. It is stated how the difficulties encountered in the templates used in the production of composite circular tubes in vacuum infusion method were solved. Despite the wax applied to the metal templates, which has a separating function, the fiber and epoxy resin formed a whole with the metal and formed a hybrid composite material. In other words, the composite tube adhered to metal. No matter how much pressure was applied to the metal and fibers, they did not separate from each other. Even cutting the metal did not provide a solution. Dissolving by taking advantage of the temperature difference, namely expansion, has not been tried because it would create a second cure for composites. This has been tried to be overcome by using cardboard tubes. When choosing cardboard tubes, care has been taken to choose thick cardboards that will withstand the power of the vacuum infusion pump. The reason for choosing cardboard tubes is that cardboard has the ability to dissolve in water. As a result, the produced composites were thrown into water and the cardboard tube that dispersed in water was dissolved, leaving only the composite tube behind.

Keywords: Composite Material, Cylindrical Tube, Vacuum Infusion

1. INTRODUCTION

As a material, composite materials stand out with their strength and lightness. Composites, which have properties comparable to metals in terms of mechanical properties, are undeniably lighter than metals in terms of lightness. Composites are preferred not only because of their lightness and strength, but also because of many other different properties. Among these are high electrical and thermal resistance and high chemical resistance. Their disadvantages include being expensive, mechanical properties differing for the same material, and fibers damaged in processes such as drilling or cutting affect mechanical properties. Composite materials mainly consist of 3 different elements. These are; matrix, reinforcement element and additives [1]. Epoxy resin is generally used as matrix. Fibers stand out as reinforcement elements. The most commonly used fibers in composite production are fibers such as glass and carbon fiber. Factors such as fiber type, production method or winding angle used in composite material production affect the mechanical properties of the composite material [2, 3]. There are many studies in the literature on the production of cylindrical tubes. Chiu et al. [4] used the prepreg winding method in their study on the crushing response of composite cylinder under quasi-static and dynamic loading. Alhatip et al. [5] used the filament winding method in their study on the crushing response of CFRP and KFRP composite corrugated tubes to quasi-static shear axial loading. Mehdi et al. [6] used the filament winding method in their experimental studies on the crushing behavior of laminated cone-cone intersection composite shell. Many different methods are used for the production of composite materials. These methods are sometimes done by machines and sometimes by manual skills. However, there are mostly 3 different methods, and sometimes the production method changes according to their shapes or where they will be used. In the hand lay-up method, the epoxy resin mixture of the epoxy resin matrix composite material depends on the skill of person who produces it. In the other method, the filament winding method, the fibers coated with epoxy resin are wound on their templates. In the hand lay-up method, epoxy resin applied to fiber is completely dependent on human skill. In the filament winding method, the amount of resin absorbed by the fibers passing through epoxy resin and going to winding is not as homogeneous as in vacuum infusion method. In the vacuum infusion method, epoxy absorption is achieved by completely vacuuming. Although many different methods are used for composite production, the filament winding method or the hand-laying method is generally used in the production of cylindrical or circular composites. Cylindrical or circular tubes produced by the vacuum infusion method are rarely encountered in the literature. In our study, information is given about the difficulties encountered in the vacuum infusion method used in the production of cylindrical composite tubes and how to overcome these difficulties.

2. COMPOSITE PRODUCTION METHODS

2.1. Hand lay-up method

The hand lay-up method is one of the oldest known methods. In this method, a mixture of epoxy resin and hardener prepared beforehand is applied to the laid fibers with a roller or brush, and the composite material is left to cure sometimes at room temperature and sometimes at a certain temperature (Visual 1),[7]. The hand lay-up method is a method used mostly for small-scale parts, but methods such as automatic molding are preferred for larger parts.



Visual 1. Hand lay-up method [8]

In this method, the rate of epoxy resin to be absorbed depends entirely on the rate applied by person with a brush or roller, which affects the mechanical properties.

2.2 Filament winding method

In this method, which is filament winding, the fibers soaked in resin are wound using a mandrel rotation movement with help of machines[9]. Circular tubes are generally produced in this method (Visual 2).

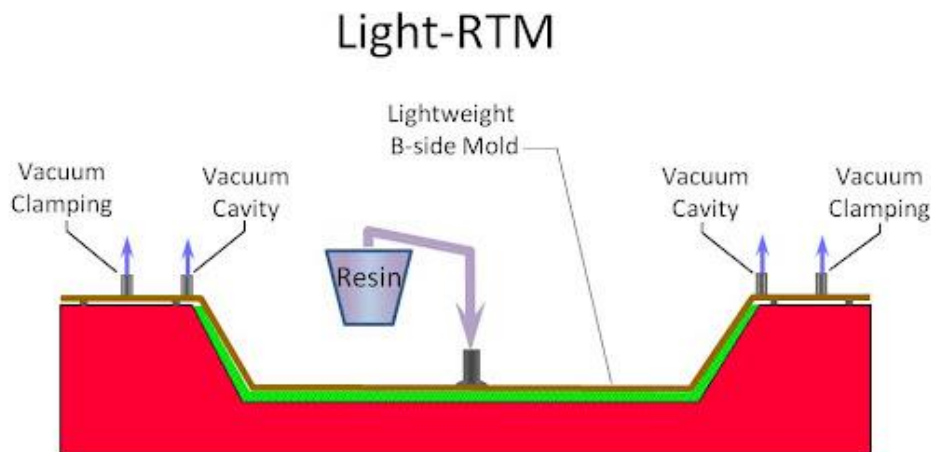


Visual 2 Filament winding process [10]

In this method, voids may occur during epoxy absorption, which affects the mechanical properties.

2.3 Vacuum infusion method

In this method, unlike other general methods, a sealing nylon is placed on the wrapped sample. Then, while the epoxy resin is given to the system on one side, there is a vacuum pump on the other side that draws this resin. In this way, the epoxy resin penetrates the fiber or fibers and a homogeneous mixture is provided (Visual 3). The homogeneous epoxy mixture will have positive effects on the mechanical properties of composite material. At the same time, air absorbed from the system thanks to vacuum pump allows the epoxy to penetrate the entire surface without air voids. This is already a factor that provides a homogeneous mixture.



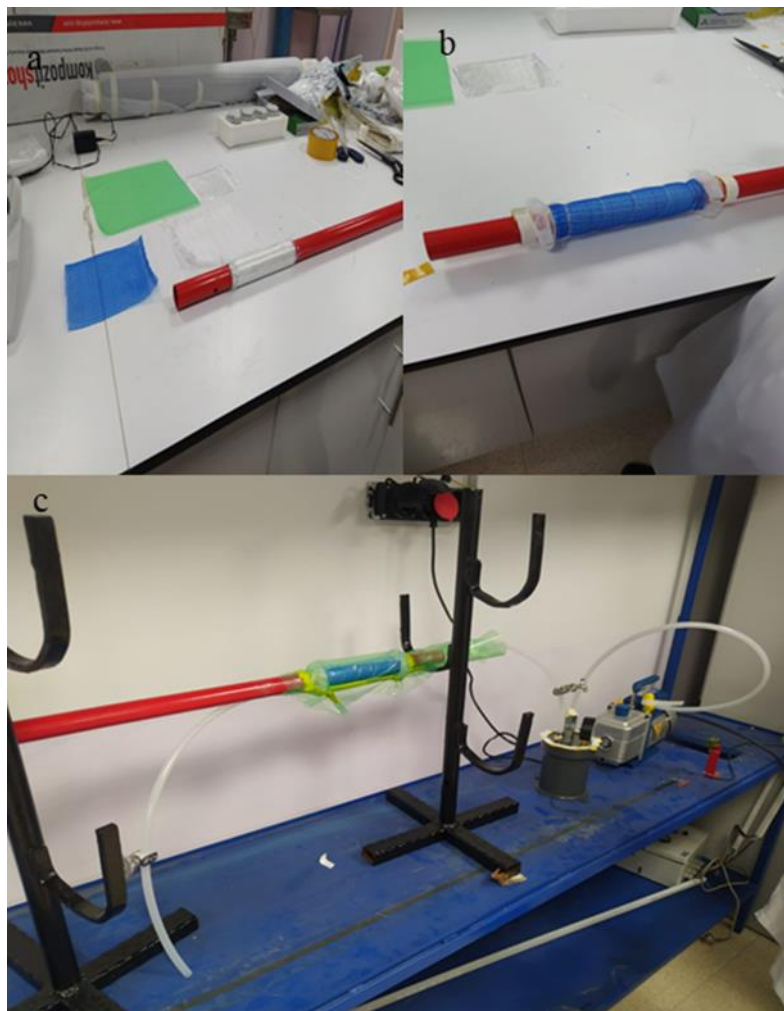
Visual 3. Vacuum Infusion method [11]

Although other production methods used in composite materials include spraying, resin transfer molding, profiling and ready molding, the most commonly used methods are three.

3. MANUFACTURING PHASE

For composite tubes to be produced with vacuum infusion method, first of all, the template was wanted to be set. Metal templates were wanted to be used as templates for continuity. However, since it is known that metal matrix hybrid composites are produced in a similar way, before wrapping fibers on the metal, a large amount of separator material, wax, was applied. Then, fibers were wrapped on this metal template and separator fabric and grid were wrapped on it. Finally, nylon was prepared to provide the sealing required for vacuum infusion. The surroundings of the nylon were covered with sealing tape and closed by passing through the sample. The sample, from which hose was removed from both sides, was first tested for leakage.

It was closed with a clamp from one side and suction was made with a vacuum pump from the other side. After ensuring air tightness, the hose was left in the epoxy resin without opening the clamp. The vacuum pump was started again, the clamps were opened and epoxy was given to system. After the process was completed, the produced composite tube was kept at room temperature for 24 hours for the epoxy to cure. The production stages are given in Visual 4. After the curing process was completed, the nylon was torn and separator fabric and grid were separated from composite sample. However, the resulting sample formed a metal fiber hybrid composite that was very tightly bonded to metal pipe. It was seen that the wax used to prevent it from sticking to metal did not work very well. Many methods were tried to separate the composite material that was tightly bonded to metal with epoxy resin. All methods, including hydraulic press application, were unsuccessful. Although it seems like another method to separate two different materials by taking advantage of the expansion difference, it was not tried because raising the composite material to temperatures necessary for expansion of metal would affect its mechanical properties[12]. Although the composite material was tried to be reduced in strength by cutting it in half, the hybridization of fiber and metal with epoxy resin did not allow them to separate.



Visual 4. Production stage of the sample wrapped on a metal pipe a) fiber winding process b) sample ready to be given epoxy resin c) vacuum infusion method

Then, instead of metal pipes, the winding was carried out on cardboard tubes that would withstand suction power of vacuum infusion. Since choosing a thin cardboard would cause it to break down during the suction of vacuum pump, thick cardboard tubes were preferred. Another problem with cardboard tubes is that the cardboard has a hollow structure. This causes air leakage. Another problem is that the epoxy passes through cardboard tube before curing due to contact of cardboard with the epoxy and breaks the cardboard. In order to eliminate these problems, the tubes were wrapped with tape before winding, preventing both air and epoxy from passing to bottom of cardboard tube. Then, as in the stages applied when winding on metal, first fibers were wrapped, then a separator fabric and grid were wrapped on top. Finally, after passing through the leak-proof nylon and closing it with leak-proof tape, the epoxy application process was started. Visual 5 shows a sample wrapped on a cardboard tube ready to apply epoxy resin. After the epoxy resin had cured, cuts were made according to sample size. And as the last process, composite tubes wrapped around the bobbin were thrown into water and waited for a while. The waiting period is 10-15 minutes. At the end of the waiting, the cardboard was dissolved and only our composite tube remained (Visual 6).

4.CONCLUSION

In our study, a new type of production method was used due to the problems that arose for production of circular composite tubes with epoxy resin matrix by vacuum infusion method. In the traditional methods used in production of composite materials, filament winding method, hand winding method and sometimes prepreg winding method are used for the production of circular tubes. In the vacuum infusion method, generally more layered composite materials are produced and difficulties arose in the production of circular tubes. With the developed cardboard tube winding method, the difficulties encountered in the vacuum infusion method were tried to be eliminated. In this way, homogeneous distribution of epoxy resin was provided and it was aimed for the composite tube to have better mechanical properties.

REFERENCES

- [1] K. Turan and B. Erkek, ‘Termal Yaşlandırılmış Kompozit Levhaların Burkulma Davranışlarının Araştırılması’, *DÜMF Mühendis. Derg.*, vol. 10, no. 2, pp. 655–661, Jun. 2019, doi: 10.24012/dumf.565715.
- [2] M. Bingöl and K. Çavdar, ‘Effects of Different Reinforcements for Improving Mechanical Properties of Composite Materials’, *Uludağ Univ. J. Fac. Eng.*, vol. 21, no. 2, p. 123, Aug. 2016, doi: 10.17482/uujfe.35051.
- [3] S. M. Demet, H. SepetçiOğlu, and M. Bağci, ‘Filament sarım Bazalt / Epoksi kompozit boruların iç yüzey erozif aşınma davranışına partikül hızı ve çarpma açısının etkisi’, *Gazi Üniversitesi Fen Bilim. Derg. Part C Tasar. Ve Teknol.*, vol. 10, no. 4, pp. 1046–1058, Dec. 2022, doi: 10.29109/gujsc.1172231.

- [4] L. N. S. Chiu *et al.*, ‘Crush responses of composite cylinder under quasi-static and dynamic loading’, *Compos. Struct.*, vol. 131, pp. 90–98, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.compstruct.2015.04.057.
- [5] F. Alkhatib, E. Mahdi, and A. Dean, ‘Crushing response of CFRP and KFRP composite corrugated tubes to quasi-static slipping axial loading: Experimental investigation and numerical simulation’, *Compos. Struct.*, vol. 246, p. 112370, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.compstruct.2020.112370.
- [6] E. Mahdi, B. B. Sahari, A. M. S. Hamouda, and Y. A. Khalid, ‘An experimental investigation into crushing behaviour of filament-wound laminated cone±cone intersection composite shell’, *Compos. Struct.*, 2001
- [7] B. Erkek, E. Kosedag, and H. Adin, ‘Hybridization effect on energy absorption capacity of composite crash boxes’, *Polym. Compos.*, p. pc.28640, Jun. 2024, doi: 10.1002/pc.28640.
- [8] <https://www.makrokompolitik.com/el-yatirmasi/#> (Date of Access: 21.10.2024)
- [9] Ö. Özbek, A. Kiliç, and Ö. Y. Bozkurt, ‘Development of Filament Winding Machine for Producing Round Shapes with Different Fiber Reinforcements’, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, Jul. 2020, doi: 10.17714/gumusfenbil.687600.
- [10] <https://www.hbgmec.com/tr/gantry-filament-winding-machine-product/> (Date of Access: 21.10.2024)
- [11] <http://www.kossecomposite.com/muhendislik.html> (Date of Access: 21.10.2024)
- [12] B. Erkek, ‘Yama ve Yapıştırıcı Kullanılarak Tamir Edilmiş Kompozit Levhaların Burkulma Davranışı Üzerine Termal Yaşlanma Etkilerinin Araştırılması’.

1D CNN MODELİ KULLANARAK 316L ÇELİĞİN TORNALAMASINDA TAKIM AŞINMASININ SES VERİLERİNDEN TAHMİN EDİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, SAVAŞ KOÇ¹, Yüksek Müh. RAMAZAN İLENCİ²

¹ Üniversitesi BATMAN, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
savas.koc@batman.edu.tr, [0000-0002-5257-3287](tel:0000-0002-5257-3287)

² Üniversitesi BATMAN, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
Ramazanilenc@gmail.com, [0009-0008-4804-4156](tel:0009-0008-4804-4156)

ÖZET

Takım aşınması durumu ve takım kırılmasının tahmin edilmesi, talaşlı imalatta üretim süreçlerinin anlık izlenmesi ve kesme işlemi sırasında kullanılan parametrelerin optimizasyonuna yönelik oluşturulan veri tabanları büyük önem taşımaktadır. Takım ömrünün uzatılması ve kaliteli üretimle israfın azaltılması, bu parametrelerin optimize edilerek izlenebilmesi ile mümkün hale gelmektedir. Talaşlı imalatta yüksek kesme sıcaklıklarının ve buna bağlı olarak gelişen takım aşınmasının önlenmesi ile takım performansının artırılması için yeni teknolojiler geliştirilmektedir. 316L paslanmaz çelik, kimyasal içeriği sayesinde zorlu çalışma koşullarında kullanılabilirliği ve korozyona karşı dayanıklılığıyla öne çıkan bir malzemedir. Takım durumunun izlenmesi amacıyla, DL (Derin Öğrenme) ve ML (Makine Öğrenimi) tabanlı sınıflandırma ve tahmin modelleri gibi yapay zeka sistemlerinin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Takım işleme sırasında elde edilen ses sinyallerine ait öznitelikler, her bir sinyal için 15 MFCCs (Mel Frekansı Kepstral Katsayıları) ile 1D öznitelik dizisi olarak elde edilmiştir. Bu veriler, 1D CNN (Evrışimsel Sinir Ağı) modeline giriş olarak kullanılmıştır. Verilerin %80'i eğitim, %20'si test verisi olarak ayrılmış ve sınıflandırmada "aşınmamış," "az aşınmış," "aşınmış" ve "çok aşınmış" olmak üzere dört sınıf tanımlanmıştır. Modelin eğitimi sonucunda %98,08 doğruluk oranı elde edilmiştir. Ayrıca her eğitim döngüsü ve sınıflandırma tahmininde doğruluk, hassasiyet, geri çağırma ve F1 skoru gibi sınıflandırma metrikleri de hesaplanmıştır. Test verisinin sınıflandırma tahmin başarı oranları ise aşınmamış sınıf için %100, az aşınmış sınıf için %96,7, aşınmış sınıf için %96,05 ve çok aşınmış sınıf için %100 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada elde edilen bu sınıflandırma tahminleri, 1D CNN modelinde takım aşınmasının ses sinyalinden çıkarılan MFCCs öznitelikleri kullanılarak tahmin edilmesinin talaşlı imalat sektöründe güvenilir sistemler sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: 1D CNN, MFCCs, Sınıflandırma ve tahmin, Takım aşınması

PREDICTION OF TOOL WEAR IN THE TURNING OF 316L STEEL USING SOUND DATA WITH A 1D CNN MODEL

ABSTRACT

Predicting tool wear and breakage is crucial for real-time monitoring of machining processes and for optimizing the cutting parameters used during these operations. Extending tool life and reducing waste through high-quality production is achievable by continuously optimizing and monitoring these parameters. New technologies are being developed to prevent high cutting temperatures and the resulting tool wear, thereby enhancing tool performance in machining. Due to its chemical composition, 316L stainless steel is a material known for its applicability in challenging conditions and its resistance to corrosion. To monitor tool conditions, artificial intelligence systems such as DL (Deep Learning) and ML (Machine Learning)-based classification and prediction models are increasingly utilized. Acoustic features obtained during the machining process were extracted as a 1D feature array using 15 MFCCs (Mel Frequency Cepstral Coefficients) per signal. These features were then used as input for a 1D CNN (Convolutional Neural Network) model, with 80% of the data allocated for training and 20% for testing. Four classes were defined for classification: unworn, slightly worn, worn, and heavily worn. The training phase achieved an accuracy of 98.08%. Additionally, classification metrics such as accuracy, precision, recall, and F1 score were calculated for each training epoch and classification prediction. For the test data, classification prediction accuracy rates were calculated as 100% for the unworn class, 96.7% for slightly worn, 96.05% for worn, and 100% for heavily worn. The results obtained in this study indicate that using MFCC features from acoustic signals in a 1D CNN model provides reliable predictions of tool wear, highlighting its potential as a robust tool for the machining sector.

Key Words: 1D CNN, Classification and prediction, MFCCs, Tool wear

1. GİRİŞ

Günümüzde artan üretim taleplerini karşılamak ve teknolojik gelişmelere uyum sağlamak amacıyla talaşlı imalat alanında kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir bölümü, kesme işlemlerinin yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması ve kesme kuvvetleriyle ilişkilerini incelemeye odaklanmaktadır. Talaşlı imalat, geçmişten günümüze önemini koruyarak, seri üretim süreçlerinde yüzey kalitesi ve takım ömrü gibi faktörlerin belirgin şekilde ön plana çıktığı bir alan haline gelmiştir. Özellikle günümüz üretim sistemlerinde bu faktörlerin detaylı analizi, imalat sektöründe büyük bir ilgi görmektedir [1].

Talaşlı imalat, metal işleme sektöründe temel bir üretim yöntemi olarak önemli bir yere sahiptir. Metal malzemelerin özel kesici takımlar aracılığıyla hassas bir şekilde şekillendirilmesini sağlayan bu yöntem, delme, frezeleme ve tornalama gibi işlemleri içerir. Özellikle fason CNC (Bilgisayarlı Sayısal Kontrol) teknolojisinin yaygınlaşmasıyla, karmaşık geometrilerin elde edilmesinde ve hassas parça üretiminde etkin bir çözüm sunmaktadır. CNC işleme teknolojisi, üretim süreçlerinde verimliliği artırarak kalite standartlarını yükseltmiş ve

metal işleme sektöründe yenilikçi çözümlerin önünü açmıştır. Talaşlı imalatın evrimi, endüstriyel üretimde önemli bir dönüşüm sürecine işaret etmektedir [2].

Yapay zekâ (YZ), genel olarak bir bilgisayarın veya bilgisayar destekli bir makinenin, insana özgü nitelikler taşıyan görevleri gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanır. Bu görevler arasında anlam çıkarma, çözüm üretme, genelleme yapma ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi üst düzey mantıksal süreçler bulunur [3]. YZ, mühendislik başta olmak üzere birçok bilim dalında karmaşık ve belirsizlik içeren verilerin analizinde etkili çözümler sunmaktadır. YZ'nin önemli alt alanlarından olan Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Bulanık Mantık (BM), bu alandaki uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu yöntemler, özellikle imalat sektöründe Takım Durumu İzleme (TDİ) sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır. TDİ sistemleri, takım kırılması veya aşınması gibi sorunları önceden tahmin ederek ekonomik kayıpları azaltmayı hedefler. Geçmişte, TDİ için matematiksel modelleme gibi yöntemler kullanılmış ancak kesme operasyonlarında kullanılan doğrusal olmayan değişkenler nedeniyle bu yöntemler yeterince başarılı olamamıştır. Sonuç olarak, bu yöntemler takımın gereksiz yere değiştirilmesine veya kırılmasına neden olmuştur. Takım operasyonlarında esas amaç, kırılma gerçekleşmeden önce müdahale edebilmektir. Bu doğrultuda, takım kırılması ve aşınmasının erken belirtilerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesi kritik öneme sahiptir.

Günümüzde YSA ve BM, TDİ sistemlerinde doğrusal olmayan problemleri çözme kabiliyeti sayesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemler, takım aşınması ile dolaylı değişkenler arasında güçlü ilişkiler kurarak, işlemler sırasında çevrimiçi olarak doğru ve hızlı tahminler yapılmasını sağlar. TDİ sistemleri, sensörler yardımıyla süreçteki değişkenleri sürekli izler ve bu verileri analiz ederek daha güvenilir sonuçlar elde eder. Ayrıca, YSA ve BM gibi yöntemler, yetersiz ve gürültülü veri ortamlarında dahi başarılı tahminler yapabilir. Bu teknolojiler, işleme sırasında bağımsız olarak değişen ve tüm süreci etkileyen çeşitli değişkenleri eş zamanlı olarak değerlendirerek operatörlerin karar verme süreçlerini destekler [4].

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Kesici Takım

Kesici takımlar, iş parçalarına şekil vermek amacıyla talaş kaldırma işlemlerinde kullanılan, genellikle ileri teknoloji malzemelerden üretilmiş, yüksek hassasiyete ve özel geometrik tasarımlara sahip araçlardır. İşlenecek malzemenin özellikleri, kesici takım malzemelerinin seçiminde belirleyici rol oynarken, kullanım koşulları da bu seçim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kesici takım malzemelerinde aranan temel özellikler arasında yüksek sertlik, aşınma direnci ve dayanıklılık yer alır [5].

Bu çalışmada, Görsel 1'de gösterilen DNMG150608-OMM P25-M25 sert metal karbür uç kullanılmıştır. Karbür uçlar, yüksek sıcaklık dayanımı, aşınmaya karşı üstün dirençleri ve sertlikleri sayesinde diğer uçlara kıyasla daha uzun ömürlüdür. Bu özellikleri nedeniyle karbür uçlar, metal, alaşımlar ve sert malzemelerin işlenmesi için yaygın olarak tercih edilmektedir.



Görsel 1. DNMG150608-OMM P25-M25 sert metal karbür uç

2.2. 316L Çelik Malzeme

316L kalite paslanmaz çelik, düşük karbonlu bir çelik tipidir. 304 kalite paslanmaz çeliğin içerisine molibden ve fazladan nikel ilave edilerek oluşturulur. Çizelge 1.'de 316L paslanmaz çeliğin özellikleri verilmiştir. Görsel 2.'de 316L paslanmaz çelik gösterilmiştir.

Çizelge 1. 316L paslanmaz çelik özellikleri

Terimi	Özellikleri
Malzeme adı:	316L paslanmaz çelik EN standartlarında 1.4404 kalite paslanmaz çelik olarak kodlanır
Kimyasal birleşim:	C: %0.030, Mn: %2.0, Si: %1.0, Cr: %16.0-%18.0 arası, P: %0.045, S: %0.03, Ni: %10-%14.0 arası, Mo: %2.0-%3.0 arası
Sertlik değeri:	Rockwell (HRB): 95
Kullanılan ölçüler:	Boy: 100 mm, En: 50 mm



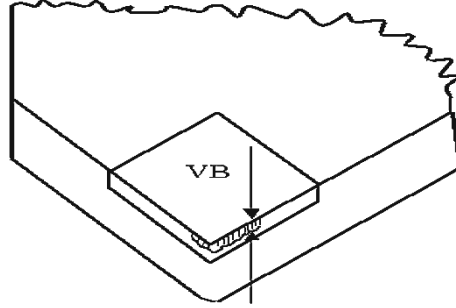
Görsel 2. 316L paslanmaz çelik

2.3. Takım Aşınması

Talaşlı imalat süreçlerinde, hedeflenen üretim maliyetlerine ulaşmak ve istenilen boyut ile yüzey kalitesindeki parçaları üretmek için kesici takım ömrü ve takım aşınması dikkate alınması gereken temel unsurlardır. Aşınma, temas halindeki yüzeylerde mekanik, kimyasal veya benzeri etkiler sonucu oluşan malzeme kaybı olarak tanımlanır. Kesme işlemi başladığı andan itibaren kesici takım aşınmaya maruz kalır ve bu süreç kesme işlemi süresince devam eder.

Tornalama sırasında, kesici takım aşınması genellikle talaş yüzeyinde ve yan yüzeyde gerçekleşir. Talaş yüzeyindeki aşınma, krater aşınması olarak adlandırılır ve genellikle takımın kırılmasına yol açar. Ancak, bu tür aşınma iş parçasının boyutsal doğruluğu ve yüzey kalitesi

üzerinde doğrudan bir etkiye sahip değildir. Diğer yandan, takımın yan yüzeyindeki aşınma, kesici takımın yan yüzeyi ile iş parçasının yeni oluşturulan yüzeyi arasındaki sürtünme sonucu meydana gelir. Bu tür aşınma, hem takım ömrünü kısaltır hem de iş parçasının boyutsal hassasiyetini ve yüzey kalitesini olumsuz etkileyerek malzeme kaybına neden olur. Görsel 3'te kesici takımdaki aşınma detaylı bir şekilde gösterilmektedir [6].



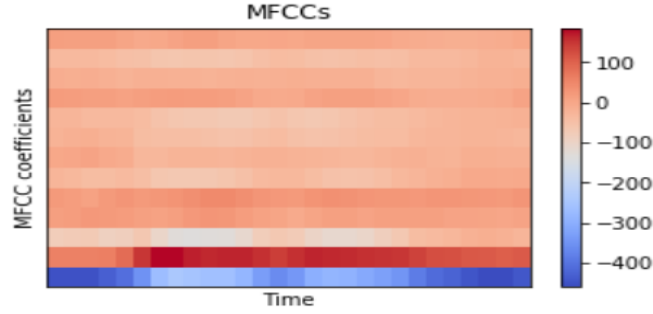
Görsel 3. Kesici takımdaki aşınma durumu

Talaş kaldırma işlemleri üzerine yapılan çalışmaların öncelikli hedefi, takım hasar mekanizmalarını analiz ederek takım ömrünü tahmin etmeye yönelik yöntemler geliştirmektir. Ancak, takım ömrünü tam olarak belirlemek oldukça karmaşıktır. Çünkü takım ömrü, kesme hızı, kesme derinliği, ilerleme hızı, takım ve iş parçası malzemesi ile kullanılan talaş kaldırma yöntemi gibi birçok değişkenden etkilenmektedir. Araştırmalara göre, kesici takımlardaki aşınmaların yaklaşık %50'si aşındırıcı (abraziv) aşınmadan, %20'si yapışma (adeziv) aşınmadan, %10'u kimyasal aşınmadan ve %20'si difüzyon ve plastik deformasyon gibi diğer mekanizmalardan kaynaklanmaktadır [7].

2.4. Ses Analizi ve MFCCs ile Öznitelik Çıkartma

Ses analizi, ses dosyalarından sesin karakteristik özelliklerini çıkararak gerçekleştirilen bir analiz türüdür. Bu analizle elde edilen özellikler, doğrudan eğitim için veri olarak kullanılabilir gibi, sesin spectrogram veya chromogram gibi görsellere dönüştürülmesiyle görüntü işleme yöntemleri aracılığıyla da sistemde eğitim amacıyla kullanılabilir. Bu iki yöntem bir arada düşünüldüğünde, ses analizi oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Ses dosyalarının sayısal verilere dönüştürülmesi, bu süreçte özelliklerin çıkarılması için temel bir adımdır [8].

MFCC'ler (Mel Frekanslı Kepstrum Katsayıları), ilk olarak 1980'lerde Davis ve Mermelstein tarafından geliştirilip uygulanmıştır [9]. Bu yöntem, ses akışını Hamming penceresi kullanarak daha küçük segmentlere ayırır ve her segmenti çerçeve adı verilen parçalara böler. Her çerçeve için FFT ile bir spektrum oluşturulur ve bu spektrum, belirli bir filtre bankası aracılığıyla ağırlıklandırılır. Daha sonra, logaritma ve DCT (Ayrık Kosinüs Dönüşümü) yöntemleri uygulanarak MFCC vektörleri hesaplanır. Görsel 4, MFCC algoritmasının süreç diyagramını göstermektedir [10].

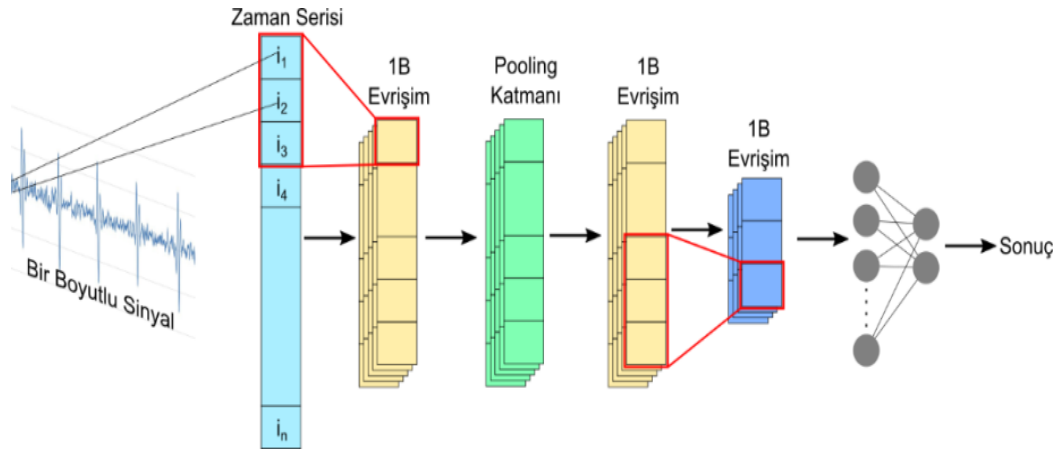


Görsel 4. MFCCs diyagramı

2.5. 1D CNN Modeli

Geleneksel CNN modelleri, genellikle resim ve video gibi iki boyutlu verileri işlemek için tasarlanmış olup, bu nedenle 2D CNN olarak adlandırılır. Bununla birlikte, bir boyutlu veriyle çalışmak için 1D-CNN modelleri geliştirilmiştir. Görsel 5'te, 1D-CNN modeline ait bir örnek diyagram yer almaktadır. İki model arasındaki farkları ele aldığımızda, $N \times N$ boyutunda bir resim ve $K \times K$ boyutunda bir filtre içeren bir girdinin işlem karmaşıklığı 2D CNN için $O(N^2K^2)$ olarak hesaplanırken, 1D-CNN için bu değer $O(NK)$ olarak belirlenir.

Ayrıca, CNN modelleri genellikle derin katmanlara sahip olduğundan, 10 milyonun üzerinde parametre içerebilirken, 1D-CNN modelleri çok daha az sayıda parametreye sahiptir. Bu durum, 1D-CNN'in hem eğitim hem de uygulama süreçlerini daha verimli ve kolay hale getirir. Geleneksel CNN modelleri çoğunlukla bulut bilişim altyapısına veya GPU (Grafik İşleme Birimi) donanımına ihtiyaç duyarken, 1D-CNN modelleri CPU (Merkezi İşlem Birimi) ile eğitilip çalıştırılabilir [11].



Görsel 5. 1D-CNN Model diyagramı

2.6. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, toplam 66 deney gerçekleştirilmiştir. 316L paslanmaz çelik malzemesi üzerinde yapılan bu deneylere ait 66 ses kaydı, 1828 ayrı ses verisine dönüştürülmüştür. Bu veriler, sınıflandırma için dört kategoriye ayrılmıştır: 598 adet az aşınmış, 428 adet aşınmış, 176 adet sağlam ve 626 adet çok aşınmış. Deneyler, 26 Haziran 2023 ile 25 Kasım 2023 tarihleri

arasında tamamlanmıştır. Analiz sürecinde, ses verilerinin %80'i eğitim, %20'si ise test verisi olarak kullanılmıştır. Ayıklanan verilere ilişkin detaylar Çizelge 2'de sunulmaktadır.

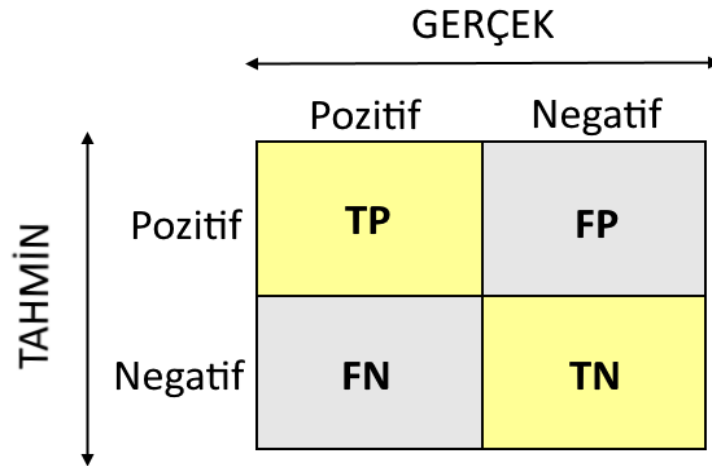
Çizelge 2. Ayıklanan seslerin tablosu

Takım durumu	316L paslanmaz Çelik
az aşınmış	598 adet ses
aşınmış	428 adet ses
sağlam	176 adet ses
çok aşınmış	626 adet ses

Kesici takım seslerinin özelliklerini çıkarmak amacıyla Python tabanlı Librosa kütüphanesi kullanılmıştır. Bu ses verilerinin özneliklerini elde etmek için MFCCs (Mel Frekans Kepstrum Katsayıları) özellik çıkarımı yöntemi uygulanmıştır.

Sınıflandırma sonuçları ve algoritma performansı, çeşitli değerlendirme metriklerine dayalı olarak belirlenmiştir [12]. Sınıflandırıcı algoritmalarının etkinliğini ölçmek için doğruluk, kesinlik, duyarlılık, özgüllük ve F-ölçüsü gibi kriterler kullanılmıştır. Bu metrikler, doğru pozitif (TP), yanlış pozitif (FP), doğru negatif (TN) ve yanlış negatif (FN) tahmin değerleri üzerinden hesaplanmıştır [13]. Ayrıca, AUC (Eğri Altındaki Alan) değeri, ROC (Alıcı İşletim Karakteristiği) eğrisinin altındaki alan olarak hesaplanmaktadır.

Sınıflandırma süreçlerinde tahmin edilmesi gereken değerler için Görsel 6'da yer alan Karmaşıklık Matrisi (Confusion Matrix) kullanılmıştır. Bu matris, test verileriyle yapılan tahminleri ve sınıflandırma modelinin eğitim sürecinde elde edilen doğruluk oranlarını göstermektedir. Her bir sınıflandırma türü için köşegen öğeleri doğru tahminleri, diğer hücreler ise hatalı tahminleri yansıtmaktadır. Bu matris, sınıflandırma sistemi tarafından gerçekleştirilen gerçek ve tahmin edilen sınıflamaları içerir ve sınıflandırma performansı, matristen elde edilen verilerle değerlendirilir [14].



Görsel 6. Tahminler için karmaşıklık matrisi

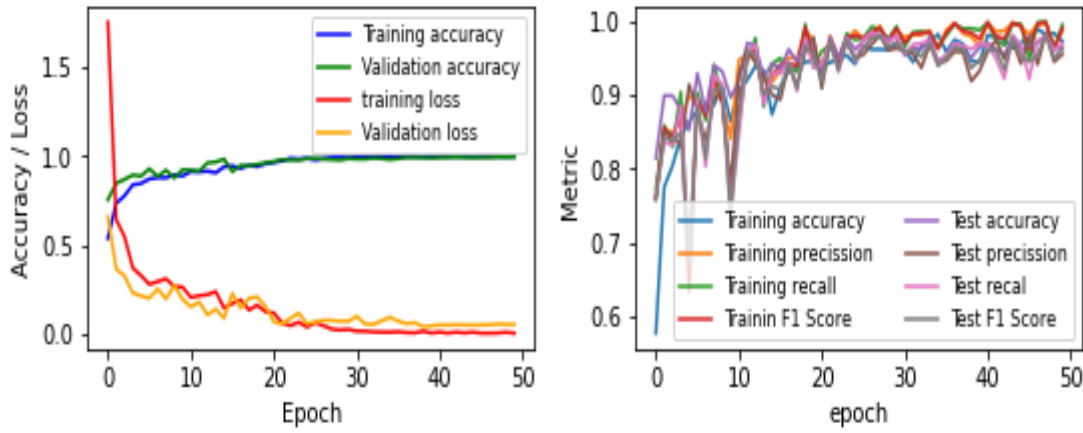
Bu çalışmada, CNC torna ile işlenen 316L paslanmaz çelik malzemesinin kesici takım aşınma seslerinin sınıflandırılması amacıyla DL yöntemlerinden 1D CNN yöntemi kullanılmıştır. Tek boyutlu veri modelleme ve eğitimi için daha az parametre gerektiren 1D CNN modeli, evrişim katmanları, havuzlama ve veri küçültme adımlarını içermektedir. Bu

çalışmada, her bir ses sinyali için 15 öznitelikten oluşan bir ses veri dizisi kullanılmıştır. Evrişim katmanlarında sırasıyla 3x1 boyutlarında üç filtre kullanılmış ve katmanlarda 16, 32, 64 ve 128 filtre uygulanmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

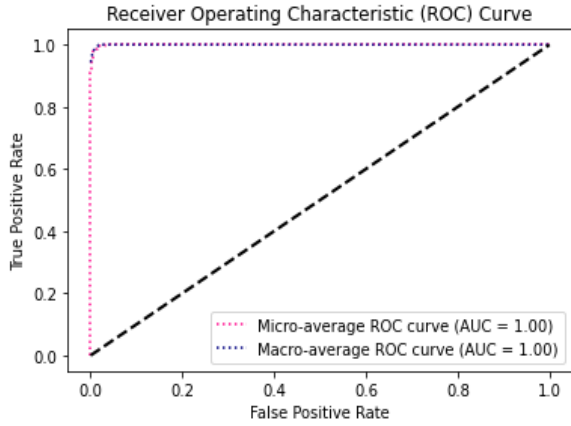
3.1. Takım Aşınması Eğitim Sonuçları ve Tahminler

Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemlerinden 1D CNN (Bir Boyutlu Konvolüsyonel Sinir Ağı) modeli kullanılarak 316L paslanmaz çelik takım aşınması ses kayıtları 50 döngü (epoch) boyunca eğitilmiştir. 1D CNN modelinin eğitim sürecindeki başarı göstergeleri, her bir döngü sonundaki kayıp değerleri, test verisi üzerindeki doğruluk oranı ve kayıp değerleri, Görsel 7'de sunulmuştur.



Görsel 7. 1D CNN modelinin eğitim ve test verisi doğruluk / kayıp durumu ve metrikler

Bu grafiklerde yer alan sonuçlar incelendiğinde, 10. döngüden itibaren eğitim döngüleri boyunca başarı oranlarının, kayıp değerlerinin ve skorların büyük ölçüde sabit kaldığı gözlemlenmektedir. 316L paslanmaz çelik takım aşınması ses kayıtları için 1D CNN eğitim sürecinde, her bir ses dosyasından elde edilen MFCCs görüntülerinden türetilen 15 öznitelik eğitim prosedürüne dahil edilmiştir. 316L çelik için yapılan takım aşınması ses kaydı çalışmasında, az aşınmış, aşınmış, sağlam ve çok aşınmış kategorilerindeki ses verilerine ait karmaşıklık matrisi Görsel 8'de sunulmuştur. Her bir sınıflandırma için matrisin köşegenleri doğru tahminleri gösterirken, diğer hücreler hatalı tahminleri yansıtmaktadır. Sınıflandırma etiketleri; az aşınmış, aşınmış, sağlam ve çok aşınmış olarak belirlenmiştir.



	az aşınmış	aşınmış	sağlam	çok aşınmış
az aşınmış	124 100%			
aşınmış		70 97%		2 3%
sağlam			28 100%	
çok aşınmış				142 100%
	az aşınmış	aşınmış	sağlam	çok aşınmış
	Predicted class			

Görsel 8. 1D CNN modeli karmaşıklık matrisi

1D CNN modelinin tahmin matrisi incelendiğinde, az aşınmış olarak etiketlenen 124 test verisinin tamamının doğru bir şekilde az aşınmış olarak sınıflandırıldığı görülmüştür. Aşınmış olarak etiketlenen 72 ses verisinin 70'i doğru bir şekilde aşınmış olarak tahmin edilirken, 2 veri çok aşınmış olarak yanlış sınıflandırılmıştır. Sağlam olarak etiketlenen 28 verinin tamamı doğru bir şekilde sağlam olarak tahmin edilmiştir. Çok aşınmış olarak etiketlenen 142 test verisinin tamamı doğru bir şekilde çok aşınmış olarak sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlara göre, tahmin başarı yüzdesi az aşınmış için %100, aşınmış için %97,22, sağlam için %100 ve çok aşınmış için %100 olarak hesaplanmıştır. Çizelge 3'te, 1D CNN modelinin eğitim ve test verilerine ilişkin doğruluk, hassasiyet, geri çağırma, F1 skoru ve tahminlerde kullanılan örnek sayıları sunulmaktadır.

Çizelge 3. Takım aşınması sınıflandırma metrik sonuçları

Sınıflandırma	Doğruluk (%)	Hassasiyet (%)	Geri çağırma (%)	F1 skoru (%)	Numune sayısı
Az aşınmış		100	100	100	124
Aşınmış	99,45	100	97	99	72
Sağlam		100	100	100	28
Çok aşınmış		99	100	99	142

3.2. Değerlendirme

Yapay zeka (YZ) tekniklerinin kullanımı, hızlı, kaliteli ve verimli üretim hedefleyen işletmeler için artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Derin öğrenme (DL) yöntemleri ile tornalama süreçlerinde takım aşınmasının tahmin edilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, 316L paslanmaz çeliğin işlenmesi sırasında oluşan takım aşınması 1D CNN modeliyle %99,45 gibi yüksek bir başarı oranı ile tahmin edilmiştir. Bu bulgular, derin öğrenme tabanlı modellerin tornalamada takım aşınması tahmini konusunda etkili sonuçlar verdiğini ve imalat sektöründe uygulanabilir sistemler sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu tür sistemler, gelecekte daha da geliştirilebilir ve farklı endüstriyel süreçlerde kullanılabilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Otomasyon sistemlerinde, özellikle esnek ve grup üretim hatlarında, operatörlerin sebep-sonuç ilişkisini kurma yeteneğine sahip olmamaları nedeniyle talaş kaldırma süreçlerini sürekli olarak izlemeleri gerekmektedir. Bu durum, otomasyonun etkinliğini azaltmakta ve operatörlerin sistemle etkileşiminin ortadan kaldırılması gerekliliğini doğurmaktadır. Ayrıca, pahalı CNC makinelerinde bu tür olumsuzluklar, yüksek maliyetli hasarlara yol açabilir. Talaşlı imalat süreçlerinde takım durumunu izlemek için bir dizi yöntem geliştirilmiş olsa da, bunların çoğu endüstri ihtiyaçlarına tam olarak yanıt verememektedir. Mevcut algılama teknolojileri ve kullanılan yöntemler uluslararası standartlara uygun olmakla birlikte, endüstrinin taleplerini karşılayabilecek tam fonksiyonel bir Takım Durumu İzleme (TDİ) modeli henüz oluşturulamamıştır. Bu bağlamda, etkili bir TDİ modelinin endüstriyel uygulamalarda başarılı olabilmesi için, atölye ortamında uygulanabilir ve ekonomik olmalıdır. Günümüzde derin öğrenme (DL) yöntemleri çeşitli alanlarda büyük başarılar elde etmiş ve bu yöntemlerin gelecekte tornalama işlemlerinde dezavantajları ortadan kaldırmak ve üretim kalitesini artırmak için kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. CNC torna makinelerine entegre edilebilen bu tür sistemler, makine çalışmasını engellemeden işlem sırasında verimli bir şekilde çalışabilir. Ayrıca, ses kayıt cihazlarının makinenin gövde kısmına yerleştirilmesi, ses verilerinin daha net bir şekilde elde edilmesini sağlar. Bu sayede, işlem esnasında ses verileriyle takım durumu izlenebilir ve gerektiğinde hızlı müdahale sağlanabilir. Bu çalışma, sanayi ve akademik alanda yeni araştırmalara katkı sağlayabilir ve yapay zeka alanında yapılacak gelecekteki çalışmalar için temel oluşturabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Kider, M. S. *Tornalama işleminde kesme parametrelerinin karşılaştırmalı optimizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2016.
- [2] Tezel, T., Topal, E. S., Kovan, V. Hibrit imalat: Eklemeli imalat ile talaşlı imalat yöntemlerinin birlikte kullanılabilirliğinin incelenmesi. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 2(3), 60-65, 2018.
- [3] Nabiyev, V. V. *Yapay zeka: insan-bilgisayar etkileşimi*. Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 2012.
- [4] Kuntoğlu, M. Tornalamada akustik emisyon ve kesme kuvveti sinyalleri kullanarak takım kırılması ve ilerleyen takım aşınmasının tahmin edilmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2016.
- [5] Akkurt, M. *Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları*. Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.

- [6] Siddhpura, A., Paurobally, R. A review of flank wear prediction methods for tool condition monitoring in a turning process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65, 371-393, 2013.
- [7] Kopač, J. Influence of cutting material and coating on tool quality and tool life. *Journal of Materials Processing Technology*, 78(1-3), 95-103, 1998.
- [8] Güven, Z. A. Ses analizi ile müzik türlerinin sınıflandırılmasına yönelik kapsamlı bir çalışma. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 325-333, 2024.
- [9] Davis, S., Mermelstein, P. Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences. *IEEE transactions on acoustics, speech, and signal processing*, 28(4), 357-366, 1980.
- [10] Yıldırım, M. MFCC Yöntemi ve önerilen derin model ile çevresel Seslerin Otomatik olarak sınıflandırılması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(1), 449-457, 2022.
- [11] Kiranyaz, S., Avci, O., Abdeljaber, O., Ince, T., Gabbouj, M., Inman, D. J. 1D convolutional neural networks and applications: A survey. *Mechanical systems and signal processing*, 151, 107398, 2021.
- [12] Masetic, Z., and Subasi, A. Congestive heart failure detection using random forest classifier. *Computer methods and programs in biomedicine*, 130, 54-64, 2016.
- [13] Ozcift, A., Gulden, A. Classifier ensemble construction with rotation forest to improve medical diagnosis performance of machine learning algorithms. *Computer methods and programs in biomedicine*, 104(3), 443-451, 2011.
- [14] Mursalin, M., Zhang, Y., Chen, Y., Chawla, N. V. Automated epileptic seizure detection using improved correlation-based feature selection with random forest classifier. *Neurocomputing*, 241, 204-214, 2017.

DİZEL MOTORLARDA GRAFİT NANOPARTİKÜL KATKISININ YANMA VERİMLİLİĞİ VE SİLİNDİR BASINCI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK¹, Doç. Dr. Cihan BAYINDIRLI²

¹ Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, mehcelik@karabuk.edu.tr - 0000-0002-3390-1776

² Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, cbayindirli@ohu.edu.tr-0000-0001-9199-9670

ÖZET

Bu çalışmada, fosil yakıtların azalması ve içten yanmalı motorlarda (İYM) kullanılan dizel yakıtların çevresel ve sağlık riskleri nedeniyle alternatif çözümler arayışına odaklanmaktadır. Çalışmada, dizel motorlar için yakıt katkı maddelerinin alternatif bir çözüm olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır. Özellikle nanopartikül katkı maddelerinin, yanma verimliliğini artırarak emisyonları azaltması ve motor performansını iyileştirmesi öne çıkmaktadır. Dizel motorlarda silindir basıncı, yakıtın püskürtme yapısı ve tutuşma gecikmesi süresi gibi kritik faktörlere bağlıdır. Bu çalışmada, yakıt içerisine 50 ve 75 ppm oranlarında grafit nanopartikül katkı maddesi eklenmiştir. Grafit nanopartikülleri, yakıtın hava ile daha iyi karışmasını sağlayarak yanma sürecini iyileştirmiş ve yanma performansını artırmıştır. Sonuçlar, grafit nanopartiküllerinin eklenmesiyle silindir basıncında belirgin artışlar olduğunu göstermektedir. Özellikle 75 ppm katkı oranı, farklı yük seviyelerinde daha yüksek silindir basıncı sağlamış ve bu da motorun daha verimli çalışmasına katkıda bulunmuştur. Nanopartiküllerin yüksek ısı iletkenliği, yanma sürecini optimize ederek enerji dönüşümünü daha verimli hale getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Grafit, Nano yakıt katkısı, Dizel motor, Motor Performansı, Yakıtlar-Yanma

1. GİRİŞ

Bilinen mevcut fosil yakıt kaynaklarımız ve bunların artan tüketim oranları ile içten yanmalı motorlarda (İYM) kullanılan petrol bazlı yakıtın sadece kısa bir süre dayanmasının beklendiği bilinen bir gerçektir. Dizel motorlar, mükemmel çalışma kararlılığı, yüksek gövde dayanıklılığı ve yüksek yakıt verimliliği nedeniyle enerji üretiminde ve ulaşımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Artan egzoz gazı emisyonları nedeniyle, İYM'de yakıt olarak dizel kullanılırken dikkat edilmesi gereken diğer konulardır. Dizel motorların yanması sonucu ortaya çıkan azot oksitler (NO_x), karbon oksitler (CO), kurum, yanmamış hidrokarbon (UHC) gibi farklı emisyonlar çevre ve insanlar için çok zararlıdır. CO emisyonu ozon tabakasını etkiler, NO_x asit yağmurlarının oluşmasına neden olur ve UHC kalp hastalıklarına yol açar [1-3]. Bunlar yaşam için ciddi sağlık ve çevresel riskler oluşturmaktadır. Ancak, dizel motorlardan kaynaklanan egzoz gazı emisyonlarının artması nedeniyle dizel yakıt için alternatif bir seçeneğe ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan bir tanesi de yakıtın karakteristik özelliklerini geliştirmek için kullanılan yakıt katkı maddeleridir [4-5]. Son zamanlarda ilgi gösterilen katkı maddesi de yüksek yüzey alanı sergileyerek ve oksidasyon sürecini artırarak dizel motorlarda yanma sürecini uyarmak için kullanılan nano partikül katkı maddeleridir. Nanopartiküller yakıt hava

karışım sürecini iyileştirir, tutuşma gecikmesi süresini kısaltır, reaksiyon hızını artırır ve saf dizel yakıtla kıyasla emisyonları azaltır. Nano partikül katkı maddelerinin insan akciğerlerine zarar verebilecek yanma emisyonları ile ilgili kusurlarının olması da dezavantajdır [6-7]. Daha önceki yapılan çalışmalarda seryum oksit ve seryum dioksit karışımının motor performansı üzerindeki etkisi, nano katkı maddelerinin eklenmesinin motor gücünü artırırken özgül yakıt tüketimini, hidrokarbon ve NO_x emisyonlarını azalttığını ortaya koymuştur [4]. Nanomalzemeler gelişmiş katalitik aktivite, termal iletkenlik ve kimyasal kararlılık sergilemektedir. Günümüzde nanopartikül sentezi büyük önem kazanmaktadır. Nanoparçacıklar geniş yüzey alanı/hacim oranına sahip olduklarından, malzemenin yığına kıyasla katkıları daha baskındır. Nanopartiküller küçük boyutları, kimyasal bileşimleri, saflıkları, kristallikleri, şekilleri ve agregasyonları nedeniyle fizyokimyasal özellikler sergilerler [8]. Nanopartiküllerle harmanlanmış yakıtlar, motor yanma verimliliğini ve emisyonları iyileştirmedeki yüksek performansları nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Nanopartiküllerin yüksek spesifik yüzey alanı ve yüksek enerji seviyeleri, yakıt ve oksidan arasındaki temas yüzeyini yükseltir ve katalitik performansı artırır. Çalışmalar, metal bazlı nanopartikül katkı maddelerinin yakıt yanma kalitesini artırabildiğini ve egzoz emisyonlarını azaltabildiğini göstermiştir [2,9].

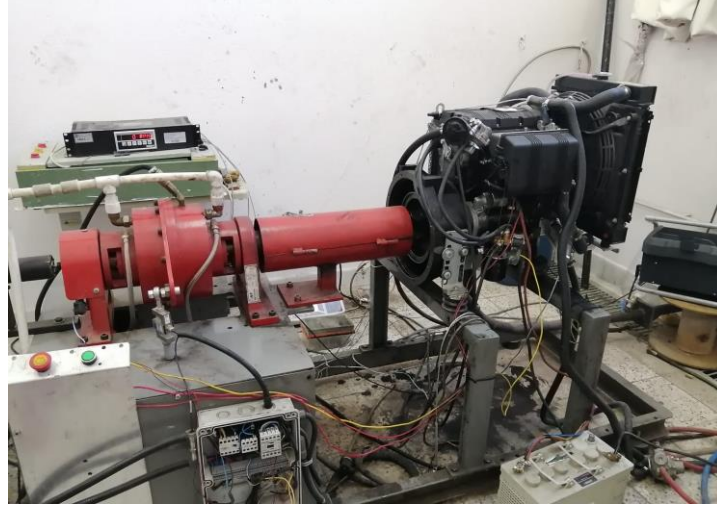
Bu çalışmanın amacı dizel yakıtına 50 ve 75 ppm grafit nanopartikül katkı maddeleri ekleyerek, bu nanopartikül katkı maddelerinin yakıtın viskozite, alt ısıtma değeri, yoğunluk ve parlama noktası gibi yakıt özellikleri üzerindeki etkileri belirlenmek ve yanma performansı (silindir basıncı) üzerindeki etkilerini deneysel olarak tespit etmektir. Çalışma sonucunda, uygun boyutlarda hazırlanan ve dizel yakıtına homojen olarak eklenen grafit nanopartikül yakıt katkı maddesinin kullanımının dizel motorda yanma performansı üzerindeki etkisinin deneysel sonuçları sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Motor deneyleri, Görsel 1'de sunulan deney düzeneğinde gerçekleştirilmiş olup, kullanılan motor 4 zamanlı, su soğutmalı, 3 silindirli Lombardini LDW 1003 marka bir motordur. Bu motor, deney koşullarında verimli bir şekilde çalıştırılarak motorun performans ve emisyon sonuçları değerlendirilmiştir. Deneylerde dizel yakıt içerisine performans ve emisyon parametrelerini iyileştirmek amacıyla grafit nanopartikül katkı maddesi ilave edilmiştir. Grafit nanopartikülü, hassas terazilerde tartılarak iki farklı konsantrasyonda (50 ppm ve 75 ppm) yakıt içerisine katılmıştır. 50 ppm konsantrasyonlu karışım DGT50, 75 ppm konsantrasyonlu karışım ise DGT75 olarak adlandırılmıştır. Nanopartiküllerin yakıtta homojen bir şekilde dağıtılması için önce manyetik karıştırıcı kullanılarak karıştırılmış, ardından ultrasonik karıştırıcı ile karışım tamamlanmıştır. Bu süreç, nanopartiküllerin yakıt içerisinde eşit şekilde dağılmasını ve motor içinde homojen yanmayı sağlamak için uygulanmıştır. Elde edilen yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de sunulmuş olup, bu özellikler motorun performansına ve egzoz emisyonlarına olan etkisini değerlendirmek amacıyla analiz edilmiştir.

Motor testleri, sabit 1800 dev/dak hızında, 4 farklı motor yükünde gerçekleştirilmiştir. Bu testler sırasında motor, Net Brake NF150 hidrolik dinamometreye bağlanmış ve motordan alınan güç ölçümleri CAS-SBA 200L model bir yük hücresi ile kaydedilmiştir. Silindir içerisindeki basınç ise, yüksek hassasiyetli PCB 113B22 piezoelektrik basınç transdüseri

kullanılarak ölçülmüştür. Bu sensörler sayesinde motorun yanma karakteristikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen veriler motorun farklı yük koşullarında grafit nanopartikül katkıli yakıtların silindir basıncı üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.



Görsel 1. Deney düzeneği

Çizelge 1. Deney yakıtlarının özellikleri

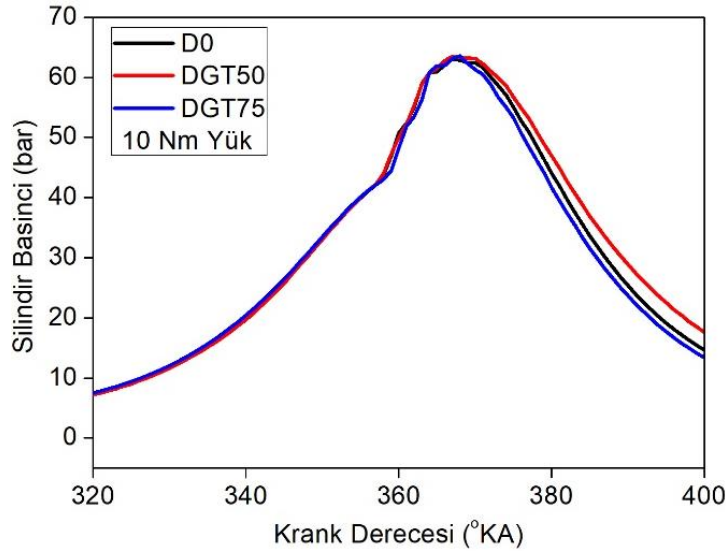
	Yoğunluk (kg/m ³) 15 °C	Kinematik Viskozite (mm ² /s), 40°C	Parlama Noktası (°C)	Alt Isıl Değer (MJ/kg)
D0	838	2,5	64	41,13
DGT50	825	2,2	74	43,39
DGT75	822	2,1	76	43,57

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

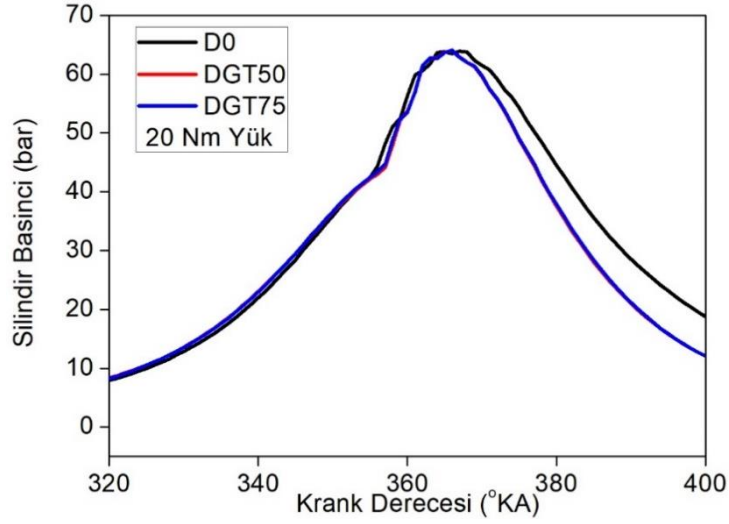
Dizel motorlarda maksimum silindir basıncı, yanma sürecinin başlangıcındaki kritik faktörlere bağlı olarak değişir ve bunların başında tutuşma gecikmesi süresi gelir. Yakıtın püskürtme yapısı, yani silindire nasıl enjekte edildiği, yanmanın verimliliğinde ve silindir basıncının belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Püskürtmenin ince damlacıklar şeklinde olması, yakıtın hava ile daha iyi karışmasını sağlar ve bu, daha düzgün bir yanma süreciyle sonuçlanır. Yakıtın viskozitesi, püskürtme yapısını etkileyen kritik bir faktördür. Viskozitedeki azalma, yakıtın silindir içinde daha iyi atomize olmasına, yani daha küçük damlacıklara ayrılmasına neden olur. Bu da yakıtın hava ile daha homojen bir şekilde karışmasına yol açar. Yanma odasında yakıt ve hava karışımının homojen olması, yanmanın daha kontrollü bir şekilde ilerlemesini sağlar ve yüksek basınçlı yanma, motorun verimliliğini artırır. Viskozitesi azalan yakıt, daha iyi atomizasyon ve karışım ile daha verimli bir yanma sağladığı için silindir basıncında artışa neden olur [10-11].

Görsel 2-5’de dizel yakıtı içerisine ilave edilen grafit nanopartikül yakıt katkı maddesinin tüm yüklerdeki silindir basıncı grafikleri görülmektedir. Genel olarak, yük arttıkça tüm yakıt türlerinde maksimum silindir basınçları da artış göstermektedir. 10 Nm yükte D0 yakıtı 63,06 bar basınç üretirken, DGT50 yakıtında bu değer 63,48 bar ve DGT75’te 63,57 bar olmuştur.

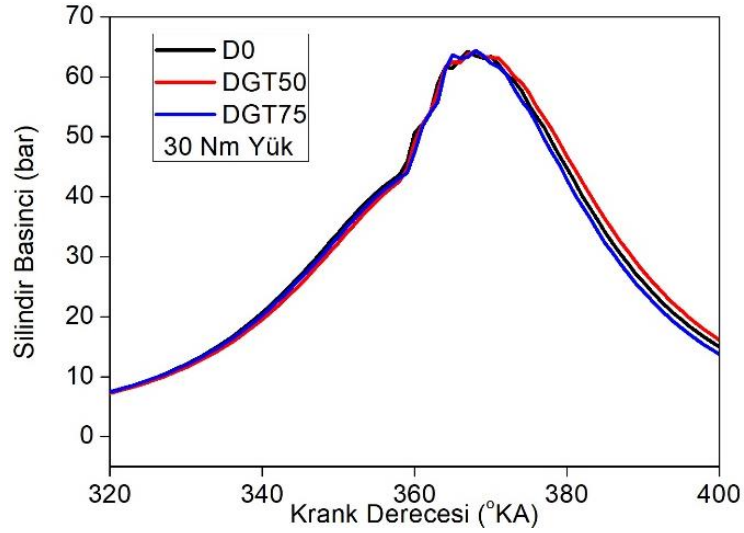
Grafit nanopartikül katkı maddesi ilave edilen yakıtlar, D0'a göre daha yüksek basınçlar üretmektedir, özellikle 75ppm katkı oranına sahip yakıt daha yüksek basınca sahiptir. 20 Nm yükte D0 yakıtında 63,93 bar olan basınç, DGT50 yakıtında 64,01 bar ve DGT75 yakıtında 64,10 bar olmuştur. Yük arttıkça maksimum silindir basıncındaki bu fark belirgin hale gelmektedir. 30 Nm yükte D0 yakıtında maksimum silindir basıncı 64,30 bar olurken, DGT75 yakıtı bu değeri az da olsa geçerek 64,37 bar maksimum silindir basıncı üretmiştir. 40 Nm yükte ise D0 yakıtında 64,79 bar olan maksimum basınç, DGT50 ve DGT75 yakıtları sırasıyla 64,81 bar ve 64,91 bar olmuştur. Bu sonuçlar, her yük artışında DGT50 ve DGT75 yakıtlarının D0'a göre daha yüksek basınç sağladığını göstermekte, özellikle DGT75 yakıtı tüm yük seviyelerinde en yüksek basıncı sağlamaktadır. Bu durum, katkı maddesi ilave edilen yakıtların, yanma verimliliğinin ve enerji içeriğinin D0'a kıyasla daha yüksek olabileceğini ve dolayısıyla motorun daha iyi performans gösterdiğini düşündürmektedir. Yük arttıkça daha fazla yakıt tüketimi ve daha büyük yanma etkisi nedeniyle silindir içi basınçlar doğal olarak artmakta, bu yük artışına daha iyi yanıt vererek motorun verimliliğini optimize etmektedir. Silindir basıncındaki artışın, grafit nanopartiküllerinin yüksek ısı iletkenliğine bağlanabileceği ifade edilmektedir. Grafit nanopartiküllerinin yakıtlara eklenmesi, yanma sürecinin iyileşmesine katkıda bulunan önemli bir faktördür. Bu nanopartiküllerin yüksek hacim/yüzey alanı oranı, parçacıklar ile yakıt damlacıkları arasında daha etkili bir ısı transferi sağlar. Sonuç olarak, bu etki yakıt damlacıklarının daha hızlı buharlaşmasına ve yanma sürecinin daha verimli hale gelmesine yol açar. Nanopartiküllerin varlığı, yakıtın yanma sürecini optimize ederek motorun maksimum silindir basıncında önemli bir artışa neden olur. Bu artış, yanmanın iyileştiğini ve yakıtın enerjisinin daha verimli bir şekilde faydalı işe dönüştüğünü gösterir [12].



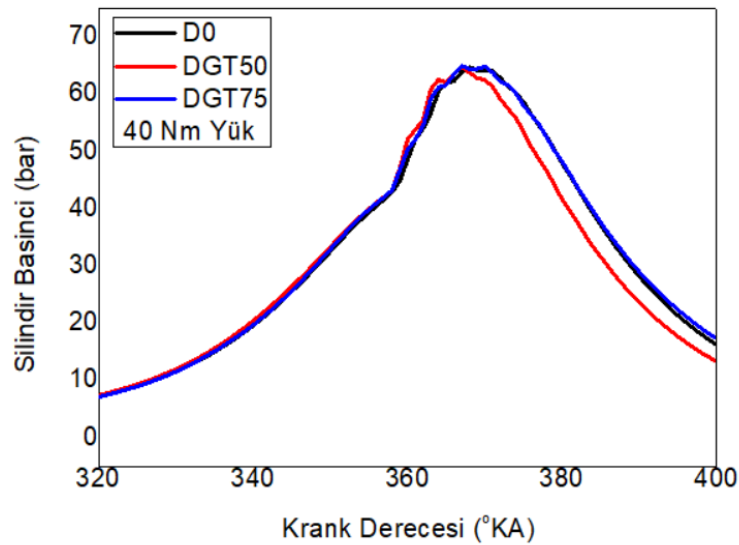
Görsel 2. Test yakıtlarının silindir basınç grafikleri (10 Nm motor yükü)



Görsel 3. Test yakıtlarının silindir basınç grafikleri (20 Nm motor yükü)



Görsel 4. Test yakıtlarının silindir basınç grafikleri (30 Nm motor yükü)



Görsel 5. Test yakıtlarının silindir basınç grafikleri (40 Nm motor yükü)

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, dizel motorlarda grafit nanopartikül katkı maddesinin yanma performansı ve silindir basıncı üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deney sonuçları, farklı yük seviyelerinde (10 Nm, 20 Nm, 30 Nm ve 40 Nm) grafit nanopartikül katkısının silindir basıncını artırdığını ortaya koymuştur. Yük artışlarıyla birlikte nanopartiküllerle harmanlanmış yakıtların, saf dizel yakıtıya kıyasla daha yüksek performans sağladığı gözlemlenmiştir. Özellikle 75 ppm grafit nanopartikül katkısı, saf dizel yakıtına (D0) kıyasla daha yüksek silindir basıncı sağlamıştır. Örneğin, 10 Nm yükte D0 yakıtı 63,06 bar maksimum silindir basıncı üretirken, DGT75 yakıtı bu değeri 63,57 bara çıkarmıştır. Benzer şekilde, 40 Nm yükte D0 yakıtı 64,79 bar basınç üretirken, DGT75 katkılı yakıt 64,91 bar maksimum basınç değerine ulaşmıştır. Bu deneysel bulgular, grafit nanopartiküllerinin yakıtın yanma sürecini iyileştirerek silindir içindeki basıncı artırdığını göstermektedir. Yük arttıkça nanopartiküllerle ilave edilmiş yakıtların, dizel yakıtıya kıyasla daha iyi performans sergilediği gözlemlenmiştir. Özellikle 75 ppm katkı oranı, motorun her yük seviyesinde en yüksek basınç değerlerini sağlamıştır. Grafit nanopartiküllerinin yüksek ısı iletkenliği, yanma odasında daha hızlı ve homojen bir yanma sağlamış, böylece yanma verimliliğini artırmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada grafit nanopartikül katkı maddelerinin dizel motorlarda silindir basıncını artırarak motor performansını olumlu yönde etkilediği kanıtlanmıştır. Ancak nanopartiküllerin çevresel ve sağlık üzerindeki potansiyel etkileri daha fazla araştırılmalı ve bu katkı maddelerinin uzun vadeli kullanımı hakkında daha fazla bilgi elde edilmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] Emma, A.F., Alangar, S., ve Kumar Yadav, A.K. (2022). Extraction and characterization of coffee husk biodiesel and investigation of its effect on performance, combustion, and emission characteristics in a diesel engine. *Energy Conversion and Management: X*, 14, 100214.
- [2] Wei, J., He, C., Lv, G., Zhuang, Y., Qian, Y., ve Pan, P. (2021). The combustion, performance and emissions investigation of a dualfuel diesel engine using silicon dioxide nanoparticle additives to methanol. *Energy*, 230, 120734.
- [3] Yousefi, A., Guo, H., Dev, S., Liko, B., ve Lafrance, S. (2022). Effects of ammonia energy fraction and diesel injection timing on combustion and emissions of an ammonia/diesel dual-fuel engine. *Fuel*, 314, 122723.
- [4] Udayakumar, M., Sivaganesan, S., ve Sivamani, S. (2022). Performance and emissions of lemon peel oil biodiesel powered single cylinder direct injection diesel engine loaded with ceria nanoparticles additives and stabilized zirconia coating. *Materials Today: Proceedings*, 66, 1994–2000.
- [5] Saxena, V., Kumar, N., ve Saxena, V.K. (2017). A comprehensive review on combustion and stability aspects of metal nanoparticles and its additive effect on diesel and biodiesel fuelled C.I. engine. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 563-588.

- [6] Elkelawy, M., El Shenawy, E.A., Bastawissi, H.A., Shams, M.M., ve Panchal, H. (2022). A comprehensive review on the effects of diesel/biofuel blends with nanofluid additives on compression ignition engine by response surface methodology. *Energy Conversion and Management*: X, 14, 100177.
- [7] Murugesan, P., Hoang, A.T., Venkatesan, E.P., Kumar, D.S., Balasubramanian, D., Le, A.T., ve Pham, V.V. (2022). Role of hydrogen in improving performance and emission characteristics of homogeneous charge compression ignition engine fueled with graphite oxide nanoparticle-added microalgae biodiesel/diesel blends. *International Journal of Hydrogen Energy*. 47(88), 37617-37634.
- [8] Nair, G.M., Sajini, T., ve Mathewi B. (2022). Advanced green approaches for metal and metal oxide nanoparticles synthesis and their environmental applications. *Talanta Open*, 5, 100080.
- [9] Çelik, M., Bayındırlı, C., ve Mehregan, M. (2022). Multi-objective optimization of a diesel engine fueled with different fuel types containing additives using grey-based Taguchi approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 30277-30284.
- [10] Bibin, C., Devan, P.K., Kumar, S.S., Gopinath, S., ve Sheeja, R. (2021). Influence of palmitic and oleic acid mixtures on combustion evaluation of a diesel engine. *Materials Today: Proceedings*, 45, 6638–6644.
- [11] Bayındırlı, C., Çelik, M., ve Zan, R. (2023). Optimizing the thermophysical properties and combustion performance of biodiesel by graphite and reduced graphene oxide nanoparticle fuel additive. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 37, 101295.
- [12] EL-Seesy, A.I., Hassan, H., ve Ookawara, S. (2018). Performance, combustion, and emission characteristics of a diesel engine fueled with *Jatropha methyl ester* and graphene oxide additives. *Energy Conversion and Management*, 166, 674-686.

DİZEL MOTORLARDA SİLİNDİR İÇİ TERMODİNAMİK SÜREÇLERİN (BASINÇ VE SICAKLIK DEĞİŞİMİ) PİSTON DEFORMASYONUNA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. MEHMET ÇELİK¹, MUSA AVCI²

¹ Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, mehcelik@karabuk.edu.tr – 0000-0002-3390-1776

² Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, musaavci1304@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, dizel motorlarda silindir içi termodinamik süreçlerin (basınç ve sıcaklık değişimlerinin) piston deformasyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı, ANSYS yazılımı kullanarak farklı sıcaklık ve basınç koşulları altında piston üzerindeki deformasyonları ve doğrudan deformasyonu analiz etmektir. Deneysel olarak pamuk yağı metil esteri (P0) ve titanyum dioksit nanopartikülleri içeren yakıtlar (PTi-50 ve PTi-75) kullanılarak motor performansına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sıcaklık artışıyla birlikte deformasyonun azaldığını ancak direkt deformasyonun arttığını göstermektedir. Sıcaklık ve motor yükü arttıkça pistonun maruz kaldığı mekanik zorlanmaların da arttığı gözlemlenmiştir. Nanopartikül katkılı yakıtlar, silindir içi basıncı artırarak daha yüksek mekanik ve termal yüklerin oluşmasına yol açmış ve piston üzerinde daha fazla deformasyona neden olmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma, pistonun dayanıklılığı ve motor performansının optimize edilmesi için sıcaklık, motor yükü ve yakıt türü gibi parametrelerin dikkatle yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Nanopartiküllerin içten yanmalı motorlarda verimliliği artırma potansiyeli taşıdığı, ancak bu yakıtların piston üzerindeki uzun vadeli etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği ifade edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dizel motor, Nanopartikül, Silindir basıncı, Piston deformasyonu

1. GİRİŞ

Piston, içten yanmalı motorlarda (ICE) en karmaşık ve yüksek yüklere maruz kalan bileşenlerden biridir. Yanma odasındaki yüksek basınç (8 MPa'ya kadar) ve sıcaklık (2500°C'ye kadar) piston üzerinde ciddi termal ve mekanik yükler oluşturur. Bu yükler, pistonun ömrünü, güvenilirliğini ve motorun genel performansını doğrudan etkiler [1]. Yanma odasında oluşan ısı akışındaki bu değişiklikler, piston ve silindir gömleği arasında farklı mekanik zorlanmalara yol açabilir [2]. Pistonun çalışma süreci boyunca karşılaştığı mekanik yükler arasında, silindir içindeki basınç, pistonun ileri geri hareketinden kaynaklanan atalet kuvveti, pim göbeği deliğinin yatak reaksiyon kuvveti ve eteğe uygulanan yanıl basınç bulunur. Maksimum patlama basıncında bu yükler zirve yapar, bu nedenle piston üzerindeki basınç ve deformasyon analizleri bu noktada önem kazanır. Aynı zamanda, termal gerilimin etkisi altında piston deformasyonu gerçekleşir. Bu deformasyon, ısı transferini, termal gerilimi ve mekanik gerilimi etkiler ve pistonun güvenilirliği açısından kritik bir rol oynar [3].

Termal ve mekanik yükler pistonun çalışması sırasında birbiriyle etkileşime geçer. Yüksek sıcaklık, pistonun genişlemesine ve termal stres oluşumuna neden olur. Bu da termal ve mekanik deformasyonların bir araya gelerek piston çatlaklarına veya kıvrımlara yol açabilmesine neden olur. Bu nedenle, pistonun çalışma güvenilirliğini artırmak için stres alanı, sıcaklık alanı, ısı transferi, termal yük ve mekanik yük bağlantısının analiz edilmesi gerekmektedir [4]. Pistonun yoğunluğunu ve dolayısıyla performansını etkileyen temel faktör sıcaklıktır. Piston üst kısmında 600-700 K'ye kadar ulaşabilen bu sıcaklıklar, pistonun üst kısmında yorulmaya ve çatlaklara yol açabilmektedir. Yüksek sıcaklık ve basınçlar piston kafasında stres ve çatlak oluşumuna neden olabilir [5]. Son olarak, pistonun tasarımı motor performansı, karbon emisyonları ve ekonomi ile yakından ilgilidir. Motor hızı ve gücü arttıkça pistonun çalışma koşulları da zorlaşır ve bu da güvenilirliğin motor performansındaki kritik bir faktör haline gelmesine yol açar. Bu bağlamda, pistonun yapısının ve termal-mekanik davranışının optimizasyonu büyük önem taşır [6].

Son yıllarda, içten yanmalı motorların verimliliğini artırmak ve çevresel etkilerini azaltmak amacıyla yapılan araştırmalar, alternatif yakıt katkı maddelerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda, yanma ve emisyon parametrelerini iyileştirmek amacıyla yakıtlara eklenen nanopartiküller, dikkat çeken bir araştırma konusu haline gelmiştir. Nanopartiküller, yakıtın yanma özelliklerini değiştirerek daha verimli bir yanma süreci sağlar ve bu süreçte silindir içindeki basınç dağılımını etkiler. Silindir içi basıncın yükselmesi veya optimize edilmesi, motorun performansını doğrudan etkileyen bir faktördür ve yanma sırasında oluşan basıncın etkin bir şekilde kontrol edilmesi hem motor verimliliğini artırmakta hem de emisyonları azaltmaktadır. Bu katkılar, motorun daha düşük yakıt tüketimi ile çalışmasını sağlarken, aynı zamanda çevreye salınan zararlı gazların miktarını da azaltmaktadır. Nanopartiküllerin boyutları, yüzey alanları ve termal özellikleri sayesinde yanma esnasında daha fazla enerji açığa çıkmakta, bu da silindir basıncını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, nanopartiküllerin yakıt içerisinde kullanımı, motor tasarımı ve optimizasyonu süreçlerinde önemli bir yenilik olarak görülmekte ve geniş çapta araştırılmaktadır. Nanopartiküller, içten yanmalı motor yakıtlarına eklendiğinde yanma verimliliğini artırarak silindir içi basınç profilinde değişiklikler meydana getirebilir. Bu değişiklikler, yanma sürecindeki enerji aktarımını ve dolayısıyla silindir içerisindeki maksimum basınç seviyesini etkileyerek piston üzerinde oluşan mekanik gerilmeleri değiştirebilir.

Bu çalışmanın amacı, ANSYS yazılımı kullanılarak piston üzerine etki eden silindir basıncı, maksimum silindir basıncı ve sıcaklık değişimlerinin piston deformasyonu üzerindeki etkilerini incelemektir. İçten yanmalı motorlarda, silindir içerisinde oluşan yüksek basınç ve sıcaklık değerleri piston üzerinde karmaşık mekanik gerilmelere ve termal etkilerden kaynaklanan deformasyonlara neden olur. Bu bağlamda, çalışma kapsamında, pistonun yapısal bütünlüğünü ve dayanımını etkileyen faktörler detaylı bir şekilde analiz edilerek, maksimum basınç ve sıcaklık koşulları altında pistonun maruz kaldığı deformasyonlar sayısal yöntemlerle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, motor tasarım süreçlerinde piston dayanımını artırmaya yönelik optimizasyonlar için önemli bilgiler sağlayabilir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada yakıt olarak pamuk yağından transesterifikasyon yöntemi ile pamuk yağı metil esteri (P0) üretildi. Motor deneyleri Görsel 1’de görülen deney düzeneğinde yapılmıştır. Yapılan çalışmada deney motoru olarak 4 zamanlı su soğutmalı 3 silindirli motor kullanılmıştır. Biyodizel içerisine titanyum dioksit (TiO_2) nanopartikül katkı maddeleri 50 ppm (PTi-50) ve 75 ppm (PTi-75) oranlarında hassas terazide tartılarak yakıtı ilave edilmiştir. Deneyler 1800 dev/dak’da 4 farklı motor yükünde gerçekleştirilmiştir [7]. Deneyler sonucunda elde edilen maksimum silindir basınçları Çizelge 1’de görülmektedir.

Bu çalışmada, elde edilen maksimum silindir basınçlarının ve farklı sıcaklıkların (600 - 800 ve 1000 K) piston üzerindeki etkilerinin analizinde ANSYS Static Structural ve Steady-State Thermal modülleri kullanılmıştır. Statik yapısal analiz, pistonun mekanik yükler altındaki gerilme ve deformasyonlarını incelerken, termal analiz pistonun sürekli bir ısı yük altında gösterdiği davranışı değerlendirmeye olanak tanır. Çalışmamızda, piston üzerine belirli sıcaklık ve basınç koşulları uygulanarak motor içerisindeki yanma süreci simüle edilmiştir. Pistonun malzemesi olarak piyasada yaygın bir şekilde kullanılan alüminyum alaşımı tercih edilmiştir. ANSYS ortamında gerekli modüller seçilip analiz yapılacak parça eklendikten sonra, Engineering Data bölümünde malzeme dikkatle seçilmiştir. Farklı piston malzemeleri karşılaştırıldıktan sonra en uygun olanı belirlenmiş ve ardından Static Structural modülünde analiz sürecine geçilmiştir.



Görsel 1. Deney düzeneği

Çizelge 1. Test Yakıtları Maksimum Silindir Basıncı Değerleri [8]

Motor Yüğü (Nm)	Maksimum Silindir Basıncı (bar)		
	P0	PTi-50	PTi-75
10	57,97	59,10	59,59
20	58,04	59,24	59,73
30	58,15	59,53	59,90
40	58,21	59,56	60,80

Mesh oluşturma işlemi sırasında elde edilen minimum mesh boyutu 1,6 mm olarak belirlenmiştir. Mesh boyutları, kullanılan malzeme ve bilgisayarın işlem gúcüne bağlı olarak değişkenlik gcesterebilir. ANSYS'te mesh, analizde cözüm doğruluğunu ve gerceğkçiliği artıran kritik bir bileşendir. Mesh, parçayı küçük elemanlara ayırarak daha hassas sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur; bu nedenle, doğru mesh boyutuna ulaşmak, analiz sonuçlarının güvenilirliği açasından oldukça önemlidir. Eğer yeterli cözünürlüğe sahip bir mesh oluşturulmazsa, simülasyon yanıltıcı sonuçlar verebilir ve analiz sürecini olumsuz yönde etkileyebilir.

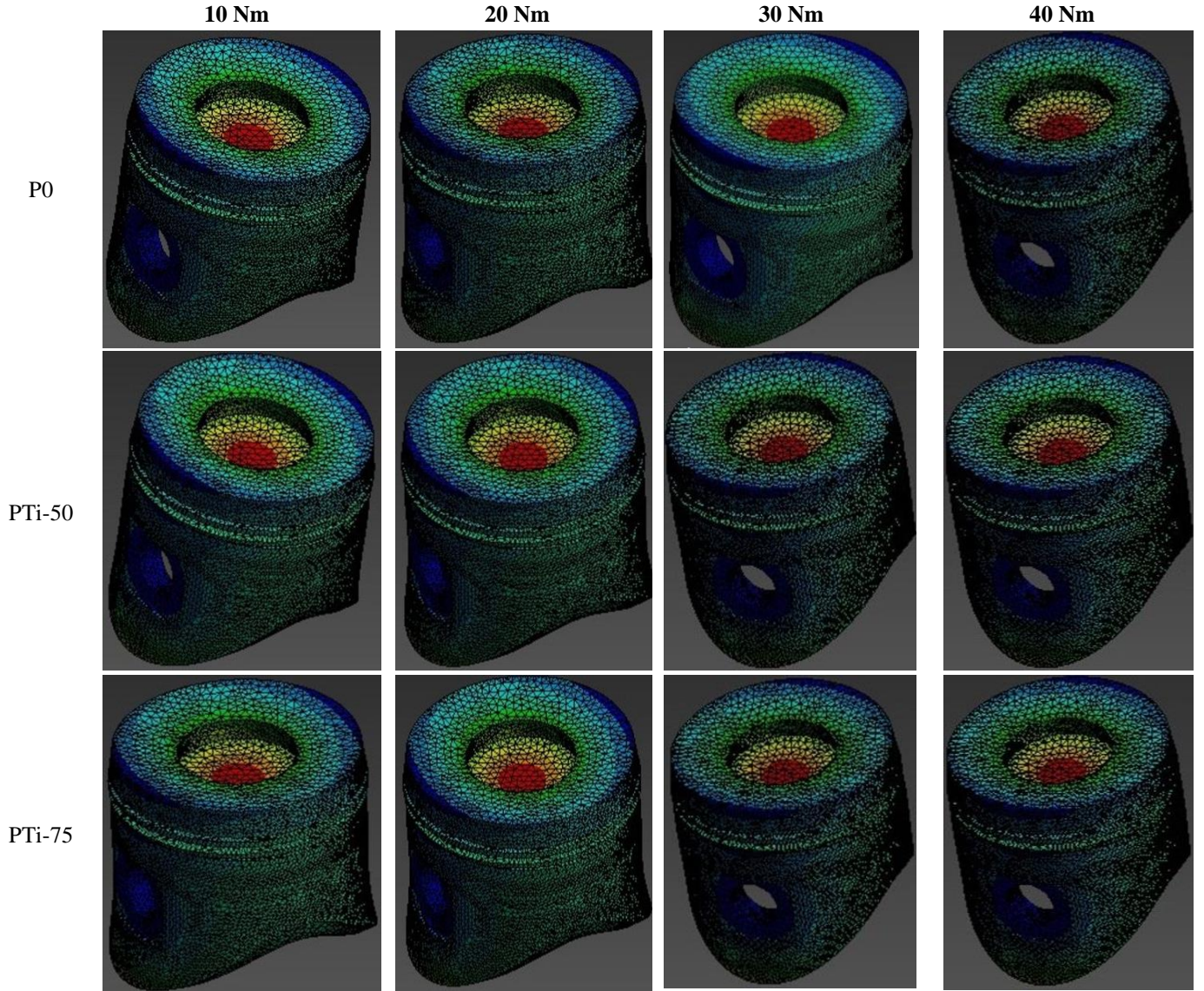
Static Structural analizde, uygun mesh oluşturulduktan sonra pistonun belirli bir bölgesi Fixed Support ile sabitlenmiştir. Bu adım, pistonun analiz süresince sabit bir noktada kalmasını sağlayarak gerilme ve deformasyonların doğru şekilde incelenmesini mümkün kılar. Sabitlemenin ardından, Thermal Condition kullanılarak malzemeye sıcaklık uygulanmıştır. Bu aşama, pistonun motor içerisindeki ısıl koşullara maruz kalışını simüle eder. Son olarak, piston üzerine basınç uygulanmış ve deneysel verilere dayalı basınç değerleri girilmiştir. Uygulanan basınç, pistonun içten yanmalı motorlarda karşılaştığı yüklerin bir simülasyonu niteliğindedir. Analiz sonucunda, ANSYS yazılımının sunduğu çeşitli cözüm seceenekleri kullanılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu aşamada piston üzerindeki mekanik ve termal etkilerin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla Total Deformation (toplam deformasyon), Direct Deformation (doğrudan deformasyon), Strain (gerilme) ve Stress (gerilim) analizleri gerceğleştirilmiştir. Bu analizler, pistonun kuvvet, sıcaklık ve basınç altındaki davranışını ayrıntılı olarak incelememize olanak tanımıştır. Sonuç olarak, pistonun dayanıklılığı, esnekliği ve genel performansı hakkında kapsamlı bilgiler elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEğERLENDİRME

Deformasyon, pistonun motor içerisinde karşılaştığı mekanik ve termal yükler altında maruz kaldığı şekil değişikliğini ifade eder. Piston sıcaklık altında maruz kaldığı termal stresler önemli bir problemdir ve pistonların bu termal yükler altında deformasyona uğrayabilmektedir [9]. Görsel 2-4'te piston üzerine eden farklı sıcaklık ve basınçların ANSYS'de toplam deformasyon analizi görülmektedir. Çalışmadaki deformasyon değerlerine baktığımızda, sıcaklık ve motor yükünün artması deformasyonu doğrudan etkilemektedir. 600 K, 800 K ve 1000 K sıcaklık değerleri arasında karşılaştırma yapıldığında, deformasyonun sıcaklık arttığı azaldığı görülmektedir. Bu durum, termal genleşme olgusuyla açıklanabilir. Sıcaklık arttığı, malzeme termal genleşme yaşar ve bu genleşme deformasyonu kısmen azaltabilir [10]. Daha yüksek sıcaklıkta malzeme daha esnek bir yapı kazandığı için, deformasyon seviyeleri düşük çıkmaktadır. Ancak, sıcaklığın çok yükselmesi malzemede mikro yapısal değişiklikler yaratarak zamanla yorulma ve kırılmalara neden olabilir. Bu durum motorun güvenliği ve uzun ömürlü çalışması açasından kritik bir faktördür. Sıcaklık değişiminin piston üzerindeki etkisi mekanik gerilmelerden daha önemlidir ve bu yüzden pistonların termal yükler nedeniyle daha fazla deformasyona uğrayabilmektedir [11-12]. Nanopartiküller, yakıtın yanma sürecini iyileştirerek daha yüksek yanma sıcaklıkları ve basınçları yaratır. Bu artan basınç ve sıcaklıklar, piston üzerinde daha fazla mekanik zorlanma ve deformasyona sebep olur. Bunun sonucu

olarak, pistonun malzeme seçimi ve soğutma sistemleri, nanopartiküllü yakıtlarla çalışan motorlarda daha kritik hale gelir. Silindir içi basıncın piston üzerindeki gerilmeyi artırdığı ve özellikle bu yüklerin birleşik olarak piston deformasyonuna yol açmaktadır [13].

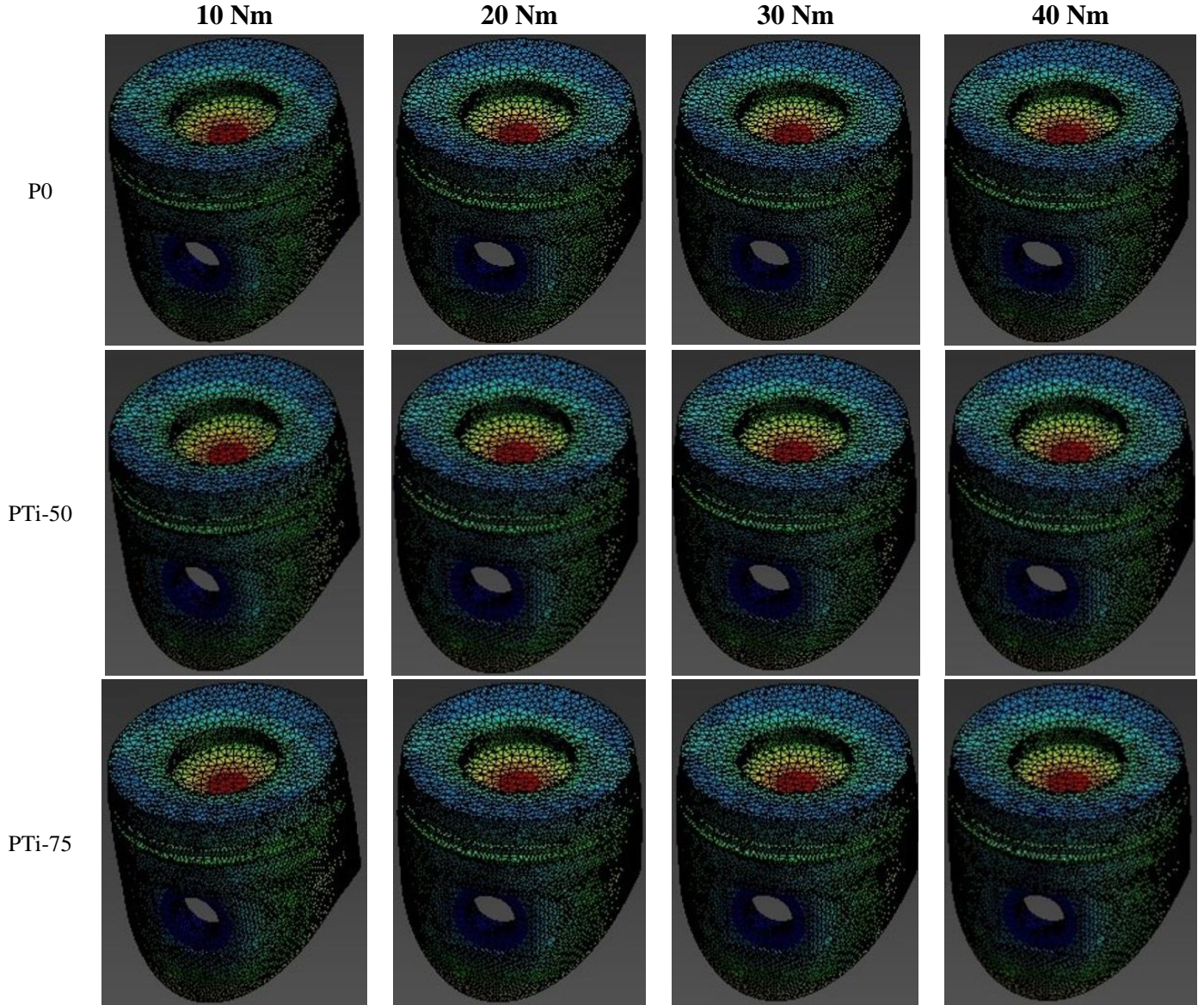
Doğrudan yer değiştirme ise, pistonun belirli bir eksen veya doğrultuda maruz kaldığı şekil değişikliğidir. Bu, pistonun lineer hareketindeki sapmaları ve eğilme eğilimlerini daha iyi anlamamıza olanak tanır. Doğrudan yer değiştirme değerleri, sıcaklık arttıkça düzenli bir şekilde artmaktadır. Bu durum, malzemenin sıcaklık karşısında daha fazla esneklik kazanması ve mekanik zorlanmalara karşı dirençsiz hale gelmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle 1000 K sıcaklık seviyesinde Doğrudan yer değiştirmenin artması, pistonun yüksek sıcaklık altında daha fazla şekil değişikliğine maruz kaldığını gösterir. Yüksek sıcaklık, piston malzemesinin mikroyapısını bozabilir, bu da malzemenin elastik modülünde azalmaya yol açarak daha fazla direkt deformasyon yaratır. Yani sıcaklık arttıkça malzeme daha yumuşak hale gelir ve şekil değiştirmeye daha yatkın olur. Nanopartiküllerin motor içerisindeki etkisi, basıncı ve sıcaklığı artırdığı için piston üzerindeki mekanik yüklerin yoğunluğu da artar. Bu da pistonun hareketini bozarak motorun performansını olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle doğrudan yer değiştirmenin yüksek olduğu durumlar, pistonun silindir duvarlarına zarar verme potansiyelini artırır. Doğrudan yer değiştirmenin artması piston ile silindir arasındaki boşluğu daralttığı ve bunun sonucunda motor titreşimleri artmaktadır [14]. Sıcaklıklardaki değişim doğrudan yer değiştirmesi üzerindeki ciddi etkisi vardır ve bu etki piston performansını ve ömrünü doğrudan etkilemektedir [12,15].



Görsel 2. 600 K sıcaklıktaki ANSYS toplam deformasyon analizi

Çizelge 2. Farklı sıcaklık ve basınç uygulanmış pistonun ANSYS analiz sonuçları

Yakıt Türü	Yük (Nm)	Deformasyon (MPa)			Direkt Deformasyon			Strain (MJ)			Stress (MPa)		
		600 K	800 K	1000 K	600 K	800 K	1000 K	600 K	800 K	1000 K	600 K	800 K	1000 K
P0	10	1,601	1,419	1,332	0,5322	0,8030	1,0828	46,29	48,32	75,08	3054,8	3073	3302
	20	1,603	1,421	1,333	0,5323	0,8031	1,0829	46,40	48,37	75,13	3058,4	3076,6	3302,8
	30	1,607	1,425	1,334	0,5326	0,8033	1,0831	46,59	48,44	75,21	3064,4	3082,7	3304
	40	1,609	1,427	1,335	0,5327	0,8034	1,0832	46,69	48,49	75,26	3067,7	3085,9	3304,6
PTi-50	10	1,638	1,456	1,349	0,5346	0,8051	1,0844	48,12	49,37	75,91	3113,9	3132,1	3313,9
	20	1,642	1,460	1,351	0,5349	0,8054	1,0846	48,34	49,51	76,02	3121,1	3139,4	3315,4
	30	1,652	1,470	1,355	0,5355	0,8059	1,0850	48,82	49,81	76,23	3136,3	3154,6	3318,5
	40	1,653	1,470	1,356	0,5356	0,8060	1,0850	48,86	49,83	76,25	3137,7	3156	3318,7
PTi-75	10	1,654	1,471	1,356	0,5357	0,8061	1,0851	48,91	49,86	76,28	3139,3	3157,5	3319
	20	1,658	1,476	1,358	0,5360	0,8063	1,0853	49,15	50,01	76,38	3146,9	3165,1	3320,6
	30	1,664	1,482	1,361	0,5363	0,8067	1,0855	49,43	50,19	76,51	3155,8	3174,1	3322,4
	40	1,693	1,511	1,374	0,5383	0,8084	1,0869	50,92	51,12	77,19	3202,6	3220,9	3332

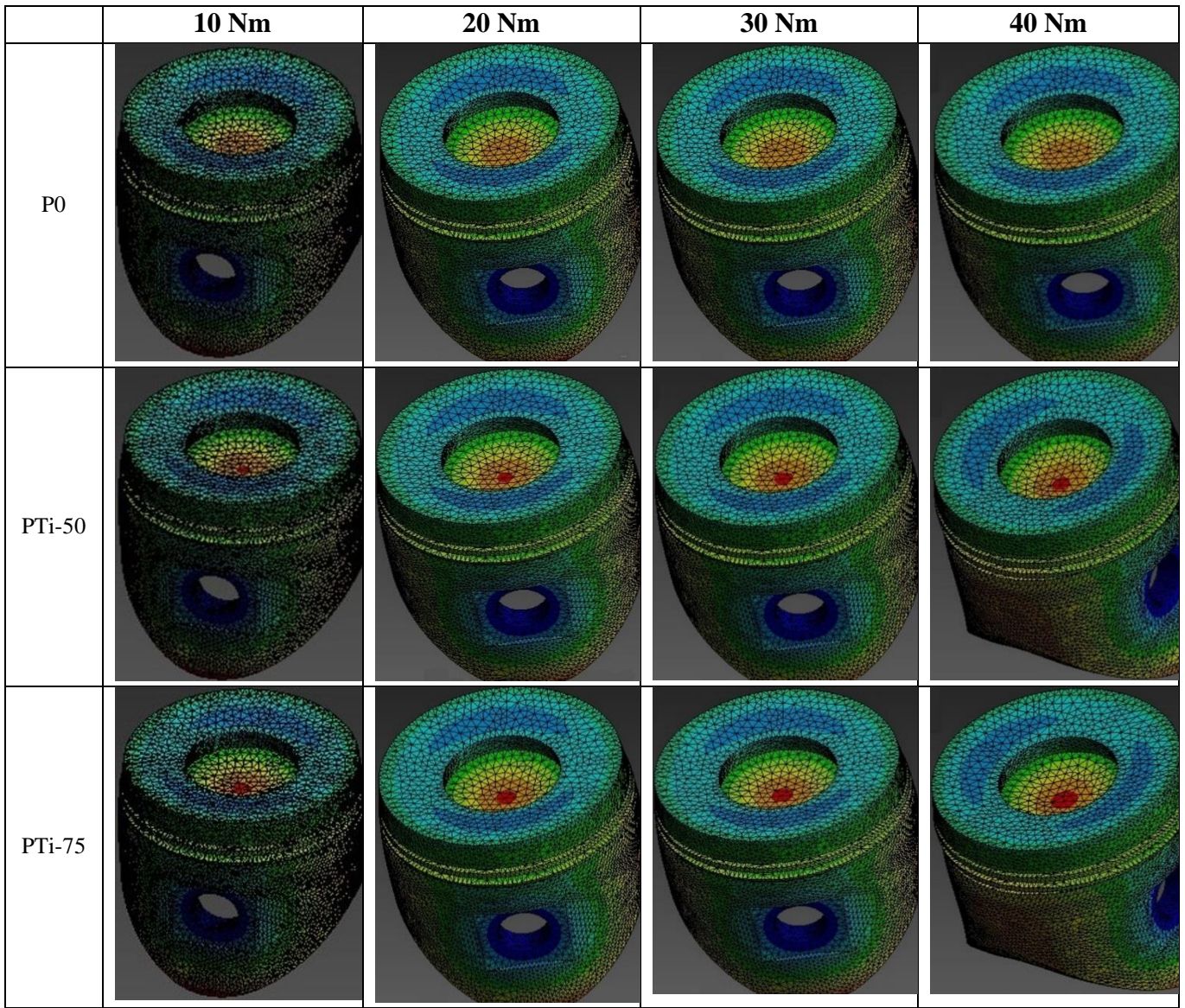


Görsel 3. 800 K sıcaklıktaki ANSYS toplam deformasyon analizi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, deformasyon ve direkt deformasyon gibi mekanik zorlanmalar, pistonun yapısal bütünlüğünü ve performansını doğrudan etkileyen kritik faktörlerdir. Bu çalışmada analiz edilen sıcaklık, motor yükü ve yakıt türü değişkenlerinin piston üzerindeki etkileri net bir şekilde gözlemlenmiştir. Sıcaklık artışı, piston malzemesinin termal genişlemesine neden olarak deformasyon seviyelerini düşürse de, direkt deformasyonda bir artışa yol açmakta ve pistonun doğrusal hareketinde sapmalara neden olmaktadır. Benzer şekilde, motor yükü arttıkça hem deformasyon hem de direkt deformasyon seviyelerinde artışlar gözlemlenmiş ve bu durum pistonun mekanik dayanımını zorlamıştır. Nanopartikül katkılı yakıtlar ise yanma verimliliğini artırarak silindir içi basıncı yükseltmiş, bu da piston üzerinde daha büyük mekanik ve termal yükler oluşturarak deformasyonun artmasına yol açmıştır.

Bu bulgular, içten yanmalı motorların tasarım sürecinde dikkatle yönetilmesi gereken önemli parametreleri işaret etmektedir. Pistonun dayanıklılığını ve motor performansını optimize edebilmek için, bu faktörlerin doğru şekilde ele alınması gerekmektedir. Özellikle yüksek sıcaklık ve motor yükleri altında çalışan pistonların, yüksek dayanımlı ve ısıya karşı dirençli malzemelerden üretilmesi büyük önem taşımaktadır. Termal bariyer kaplamaları, yüksek sıcaklık alaşımları ve kompozit malzemeler gibi ileri mühendislik malzemeleri, pistonun termal ve mekanik zorlanmalar karşısındaki dayanımını artırabilir. Bunun yanı sıra, motor içerisinde nanopartikül katkılı yakıtların kullanımı, verimliliği artırsa da, bu yakıtların piston üzerindeki uzun vadeli etkilerinin dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir. Nanopartiküllerle çalışacak motorların tasarımında, piston ve diğer bileşenlerin bu artan basınç koşullarına uyum sağlayabilecek şekilde optimize edilmesi kritik bir öneme sahiptir.



Görsel 4. 1000 K sıcaklıktaki ANSYS toplam deformasyon analizi

KAYNAKLAR

- [1] Dudarevaa, N.Y., Enikeeva, R.D., Ivanov, V.Y. (2017). Thermal Protection of Internal Combustion Engines Pistons. *Procedia Engineering*, 206, 1382–1387.
- [2] Rozhdestvensky, Y., Lazarev, E., Doikin, A. (2016). Effect of the heat insulating coating of the piston crown on characteristics of the "Piston-Cylinder Liner" pair. *Procedia Engineering*, 150, 541 – 546.
- [3] Zhang, H., Lin, Z., Xu, D. (2013). An analysis to thermal load and mechanical load coupling of a gasoline engine piston. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 48 (2), 911-917.
- [4] Zhao, S. (2012). Design the piston of internal combustion engine by Pro\ENGEER. 2nd International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT-2012), 2163-2166.
- [5] Andoko, Puspitasari, P. (2016). Finite element analysis of surface tension on piston due to pressure variation. *Proceedings of the International Mechanical Engineering and Engineering Education Conferences (IMEEEEC 2016)*, 030064/1- 030064/7. doi: 10.1063/1.4965798.
- [6] Bianco, L., Barbieri, S. G., Mangeruga, V., Giacomini, M., Capoccia, G. (2022). Influence of the thermal deformation on the lubricating performance of the piston-gudgeon pin interface in an internal combustion engine, *Tribology International*, 174, 107719.
- [7] Çelik, M., Bayındırlı, C. (2023). Biyoyakıt içerisinde düşük konsantrasyonda titanyum oxide (TiO₂) nanopartikül katkı maddesinin egzoz emisyonlara etkilerinin deneysel tespiti. 3rd International Conference on Innovative Academic Studies, 124-128.
- [8] Çelik, M., Bayındırlı, C. (2024). Investigation of the effects of the addition of titanium dioxide (TiO₂) nanoparticle fuel additive in cotton biodiesel on engine performance. *Journal of Engineering Studies and Research*, 30 (1), 31-38.
- [9] Ahmed, A., Wahab, M. S., Raus, A. A., Kamarudin, K., Bakhsh, Q., Ali, D. (2016). Thermal Effect on the Automobile Piston: A Review. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(36), 1-5. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i36/102156.
- [10] Littlefair, B., De La Cruz, M., Mills, R., Theodossiades, T., Rahnejat, H., Dwyer-Joyce, R., Howell-Smith, S. (2014). Lubrication of a flexible piston skirt conjunction subjected to thermo-elastic deformation: A combined numerical and experimental investigation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 228 (1), 69-81.
- [11] Sonar, D. K., Nayak, A., Maity, S., Raja, S. R., Samanta, S. (2023). Analysis of piston head using different materials. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, 12(1), 1-9. doi: 10.35629/6734-12010109.
- [12] Durkaieswarn, P., Karthikraj, K., Muthiah, A., Kanagaraj, C., Ravikumar, K. (). Stress analysis of piston using pressure load and thermal load. *International Journal of Science Technology & Engineering*, 7(11), 13-18.
- [13] Adil, H., Gerguri, S., Durodola, J., Fellows, N., Bonatesta, F., Audebert, F. (2019). Comparative study and evaluation of two different finite element models for piston design. *Journal of Engineering Research and Application*, 9(3), 23-37.



- [14] Kuppast, V. V., Kurbet, S. N., Umeshkumar, H. D., Adarsh, B. C. (2013). Thermal Analysis of Piston for the Influence on Secondary motion. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 3(3), 1402-1407.
- [15] Lee, Z. R., Ku, P. X. (2021). Geometry design and optimization of piston by using finite element method. *Journal of Physics: Conference Series*, 2120, 012013. doi:10.1088/1742-6596/2120/1/012013.

DETERMINATION OF MECHANICAL PERFORMANCE OF GLASS FIBER/POLYAMIDE-6/EPDM ELASTOMER HYBRID COMPOSITE

Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL¹, Prof. Dr. KEMAL ERMIŞ²

¹ Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology, unal@subu.edu.tr,

ORCID ID: [0000-0003-0521-6647](https://orcid.org/0000-0003-0521-6647)

²Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology, ermis@subu.edu.tr,

ORCID ID: [0000-0003-3110-2731](https://orcid.org/0000-0003-3110-2731)

ABSTRACT

In various fields of industry, many machine components are produced from polymers and polymer-based composites. Glass fiber reinforced polymer composites are commonly used in areas where strength and stiffness are required. The addition of glass fibers to polymers increases the stiffness and strength of the composite but reduces its impact resistance. In some applications, materials are required to have both strength and toughness. In this study, granules were first produced using a compound production method, and then mechanical test specimens were manufactured using the injection moulding technique. The study involves the production of granules in a twin-screw compounder for three different composites: 10wt.% glass fiber-reinforced polyamide-6, a blend of polyamide-6 with 4wt.% ethylene-propylene-diene (EPDM) elastomer, and a composite of 10wt.% glass fiber-reinforced polyamide-6 with 4wt.% EPDM. These granules were then used to produce test specimens by injection moulding, following ASTM standards. Tensile tests were conducted on the resulting mechanical test specimens. The tensile strength (TS), tensile modulus (TM), and izod impact strength (I-IS) of the materials were determined. As a result, the 10wt.% glass fiber reinforced polyamide-6 composite showed increased tensile strength and tensile modulus but reduced impact strength. The addition of EPDM elastomer reduced the TS and TM of the blends, while improving its IS. The polyamide-6-based composite, which was more rigid and brittle due to glass fiber reinforcement, became tougher with the addition of elastomer. Microstructural analysis of the hybrid composite was conducted using a scanning electron microscope. It was found that the glass fibers were homogeneously distributed within the matrix, and they formed a strong interfacial bond with the matrix material.

Keywords: EPDM, Glass Fiber, Polyamide-6, Composite, Hybrid, Mechanical Properties

1- INTRODUCTION

Polyamide 6 (PA6) polymers are widely used in automotive, electrical/electronic, textile, machinery, construction, and packaging industries due to their high strength, high rigidity, high molecular weight, and crystallinity. However, PA6 also has some disadvantages alongside its excellent properties, such as high moisture absorption, low impact resistance at low

temperatures, and dimensional instability (Çuvalcı et al., 2014; Liang et al., 2014; Dryzek et al., 2017; Tarun et al., 2020; Tiire et al., 2021). It is known that PA6 polymers, especially when injection molded in a dry state, are prone to cracking, i.e., they are notch-sensitive. PA6 polymers also have a brittle structure at low temperatures. Therefore, their impact resistance is quite weak, and they exhibit brittle deformation at low temperatures (Tanrattanakul et al., 2008). To improve the IS of PA6 polymers, rubber materials such as ethylene-propylene-diene monomer (EPDM), ethylene-propylene rubber (EPR), and styrene-ethylene-butylene-styrene (SEBS) have been added in recent years (Shao-Yun et al., 2006; Tanrattanakul et al., 2008; Shojaei and Fereydoon, 2009; Caramitu et al., 2013; Titire et al., 2021). EPDM elastomer, due to its chemical structure, exhibits excellent resistance to temperature (+150°C), air, ozone, light, oxidation, and water. It is electrically insulating (Ravishankar et al., 2012) and can exhibit a break elongation of over 300%. It maintains its properties even at -40°C. While many polymers soften at +150°C, EPDM still shows good mechanical properties. Caramitu et al. (2013) examined the mechanical, thermal, and electrical properties of PA6 composites with 10-20% and 30% EPDM content. They found that as the EPDM content increased, the TS and TM of the composite decreased.

To improve the mechanical, physical, and thermal properties of PA6, reinforcement materials such as glass fiber, carbon fiber, and aramid fiber are commonly added to the matrix. Among these, glass fiber (GF) is the most widely used reinforcement for improving the properties of the polymer matrix, as it provides high tensile strength, high rigidity, good dimensional stability, and insulation properties at a low cost (Essabir et al., 2018; Nuruzzaman et al., 2016; Niyaraki et al., 2021). In recent years, various studies have been conducted to understand the physical, thermal, and mechanical properties of PA6-based composites reinforced with different fiber types (Ke-Qing et al., 2005; Liang et al., 2014; Çuvalcı et al., 2014; Abdulkadir et al., 2006; Chen et al., 2019). Liang et al. (2014) investigated the mechanical, thermal, and crystallization properties of PA6 composites reinforced with 10-20% carbon fiber. Their studies showed that increasing the amount of carbon fiber enhanced the TS and TM of the composite. Zaldua et al. (2019) investigated the mechanical and thermal properties of PA6 composites reinforced with carbon fiber (CF) and carbon nanotubes. The study found that the addition of GF and CF significantly increased the TS and TM of the composite. Çuvalcı et al. (2014) examined the mechanical properties of PA6 polymer reinforced with up to 70% GF by weight. They found that up to 50% GF, TS and TM in tension increased, while beyond this point, they decreased. Similarly, it was noted that increasing the GF content resulted in a decrease in impact energy.

In this study, to meet the high mechanical property demands of the industry—such as high strength, high rigidity, and superior fracture toughness (impact energy)—it is crucial to produce hybrid polymer composites reinforced with elastomers and short fibers. In this work, the effects of using 4% EPDM elastomer and 10% short glass fiber together on the mechanical properties of PA6-based hybrid composites are investigated.

2. EXPERIMENTAL

2. Materials and Method

2.1. Material

In this study, PA6 polymer was used as the matrix material and was sourced from Domopolymers (Belgium) under the commercial code Domamid. The PA6 polymer used in the study has a density of 1.14 g/cm^3 . The EPDM elastomer, with the Exxelor code, was obtained from Exxon Mobil, and chopped glass fiber additives with an average diameter of $10.5 \mu\text{m}$ and a length of approximately 6 mm were sourced from Glass Fiber Co. Istanbul/Turkiye. For the production of glass fiber and EPDM-reinforced PA6 hybrid composites, a NR-II-75 twin-screw compounding machine and injection moulding techniques were used.

2.2. Method

In the extrusion process, the heater temperatures were set between 220°C and 250°C . The extruded PA6/CE/EPDM hybrid polymer granules were dried in an oven at 80°C for 4 hours before injection molding to produce tensile and impact test samples. The injection moulding machine's heater temperature range was set similarly to the extrusion machine, between 220°C and 245°C . Test samples were prepared in accordance with ISO 527 standards and were tested using a Zwick Roell Z-020 tensile testing machine. The experiments were conducted at 50% humidity, at room temperature, and with a tensile speed of 5 mm/min. The impact test samples were prepared in accordance with ASTM D256 standards and were molded in an injection machine. Impact tests were performed using a Zwick B5113 impact tester. All tensile and impact tests were repeated at least three times, and the arithmetic mean values were typically used. The tests measured TS, TM, and I-IS values.

3. RESULTS AND EVALUATION

Figure 1 presents the changes in tensile strength (TS) based on the material type for pure PA6 polymer, PA64E polymer blend, PA610G, and PA610G/4E composites. Figure 2 presents the percentage change in TS of PA64E polymer blend, PA6-10G, and PA6-10G/4E composites relative to pure PA6 polymer. The TS of PA6 polymer, which is 74.3 MPa, decreased to 65.3 MPa with the addition of 4wt.% EPDM, showing a reduction of approximately 12%. This decrease in TS with the addition of EPDM elastomer to the PA6 polymer blend is consistent with previous studies by Tanrattanakul et al. (2008) and Caramitu et al. (2013). The addition of 10wt.% short glass fiber to PA6 polymer increased the TS of the PA6 composite to approximately 92 MPa, which represents an increase of about 24% compared to the control material. Similar outcomes have been reported in earlier studies by Dryzek et al. (2017), Ke-Qing et al. (2005), and Çuvalcı et al. (2014). The TS of the PA6-10G/4E hybrid composite increased by approximately 22%.

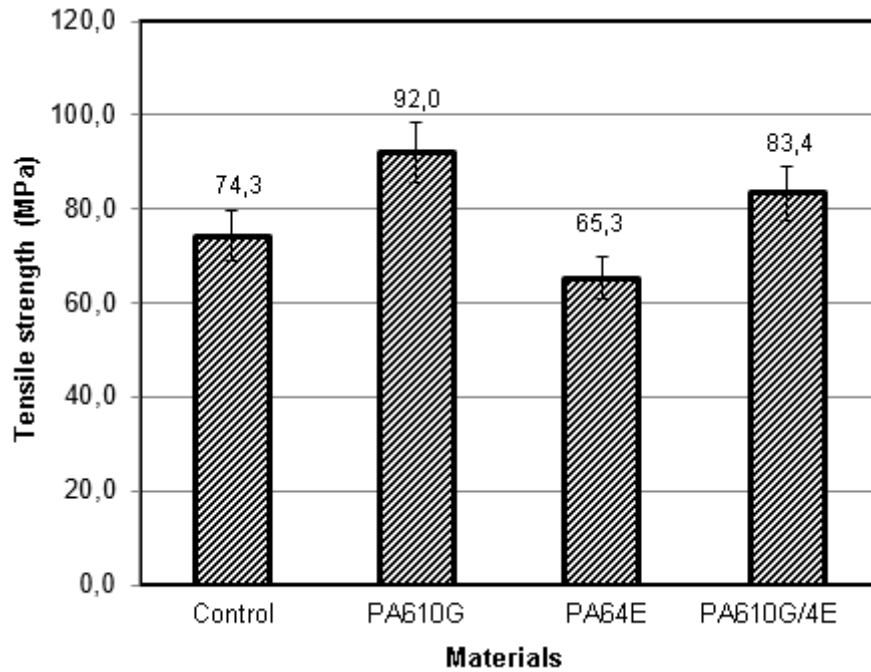


Figure 1. Variation of TS of PA610GF, PA64EPDM and PA610GF/4EPDM composites with control material

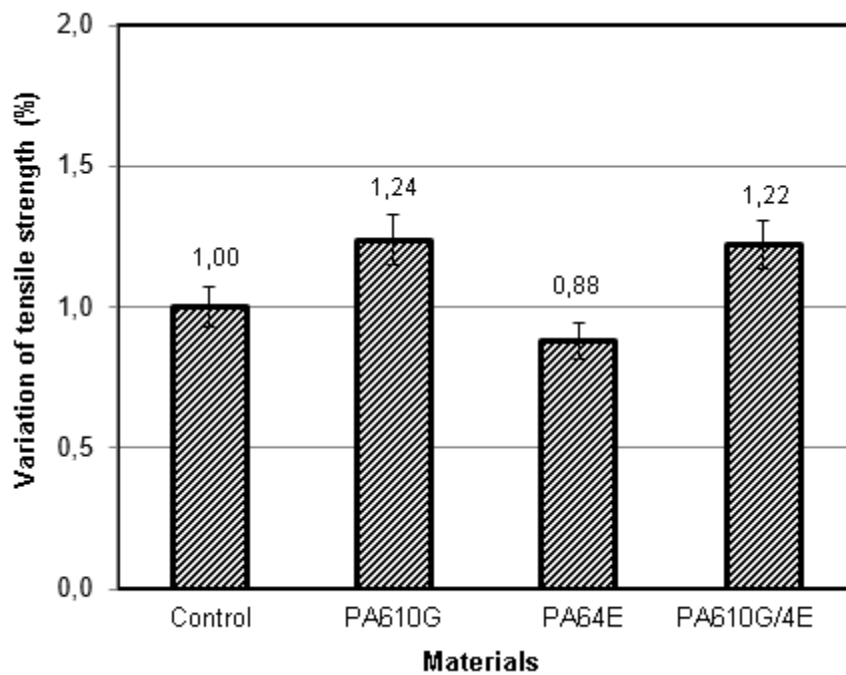


Figure 2. % change in TS of PA64EPDM blend and PA610GF and PA610GF/4EPDM composites with respect to control material

Figure 3 illustrates the changes in TM values based on the material type for pure PA6 polymer, PA64E polymer blend, PA610G, and PA610G/4E composites. Figure 4 presents the percentage change in TM values of PA64E polymer blend, PA6-10G, and PA6-10G/4E composites relative to pure PA6 polymer. As it is seen in Figure 3, the TM of the PA6 matrix (i.e., the control material) was determined to be 2.8 GPa. When 10% by weight of short glass fiber was added

to the PA6 matrix, the TM of the composite increased by approximately 64% (see Figure 4). This increase is due to the enhanced resistance to deformation, which results in a higher rigidity of the material (Nuruzzaman et al., 2016). Similar results were obtained in studies by Çuvalcı et al. (2014) and Liang et al. (2014). Liang et al. (2014) highlighted that the fiber significantly contributed to enhancing the composite's strength. This was because the fiber was considerably stiffer and stronger than the PA6 polymer. Furthermore, the development of a strong interface between the fiber and the matrix facilitated efficient stress transfer during loading, which in turn improved the composite's mechanical properties. As it is seen in Figure 3, the TM of the polymer blend was approximately 2.5 GPa with the addition of 4wt.% elastomer by weight to the PA6 matrix. The addition of elastomer to the matrix caused a decrease of about 11% in the TM of the blend (see Figure 4). In a study by Shojaei and Fereydoon (2009), it was found that adding 10-20wt.% rubber to PA6/EPR-g-MA polymer resulted in a reduction in TM. This was attributed to the much lower rigidity of the rubber phase compared to the PA6 polymer matrix. Similar results were reported in studies by Caramitu et al. (2013), Tanrattanakul et al. (2008), and Titire et al. (2021). The addition of both short glass fiber and elastomer to the PA6 matrix resulted in a composite TM of approximately 3.8 GPa. The TM of the hybrid composite increased by about 35% compared to the control material. The TM of the hybrid material was found to be between that of pure PA6 polymer and the PA64E polymer blend.

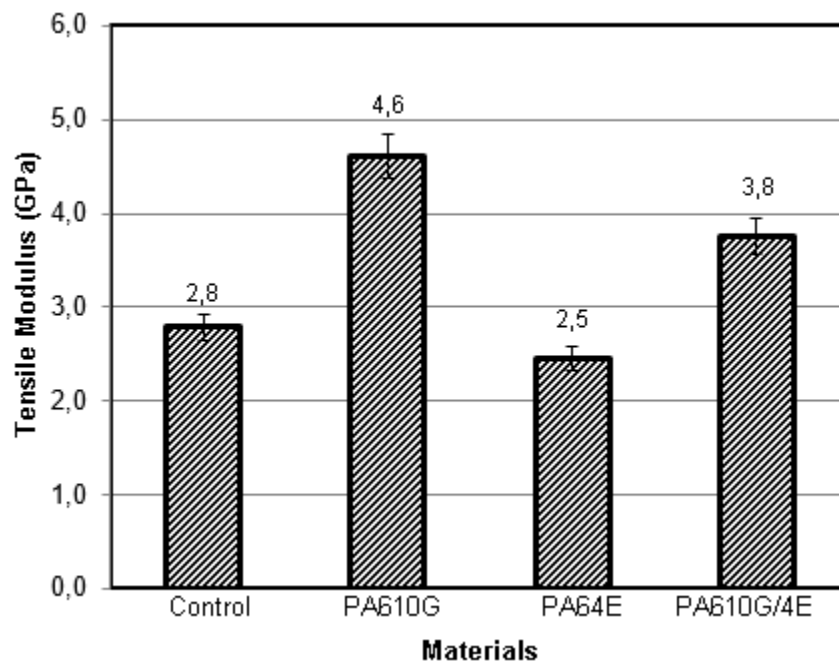


Figure 3. Variation of TM of PA610GF, PA64EPDM and PA610GF/4EPDM composites with control material

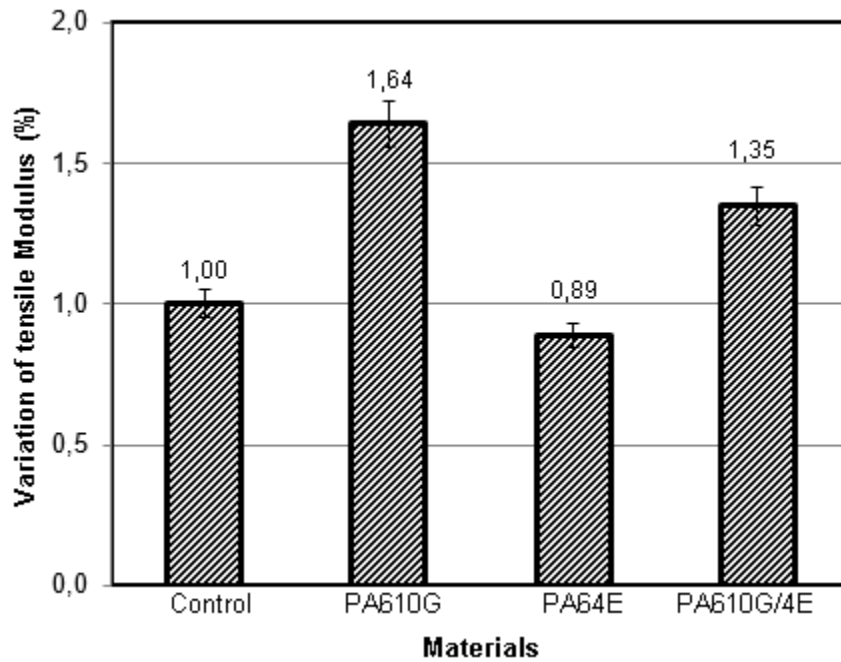


Figure 4. %change in TM of PA64EPDM blend and PA610GF and PA610GF/4EPDM composites with respect to control material

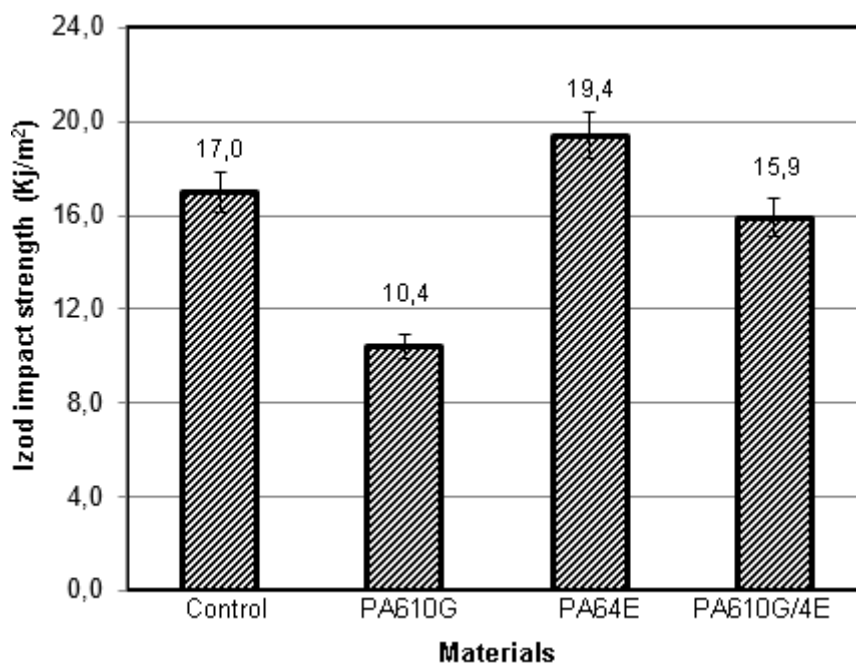


Figure 5. Variation of I-IS of PA610GF, PA64EPDM and PA610GF/4EPDM composites with control material

Figure 5 shows the changes in Izod impact resistance (I-IS) based on the material type for pure PA6 polymer, PA64E polymer blend, PA610G, and PA610G/4E composites. Figure 6 presents the percentage change in (I-IS) values of PA64E polymer blend, PA6-10G, and PA6-10G/4E composites relative to the control material. As expected, the addition of 4% elastomer to the

PA6 matrix caused by an increase in (I-IS). The increment of impact resistance was approximately 14%. The impact resistance of pure PA6 polymer, which is 17 kJ/m², decreased to 10.4 kJ/m² by adding of 10wt.% glass fiber (GF), representing a decrease of approximately 39%. It has been noted that with the addition of glass fiber, the ductility of the polymer composites decreases, while their brittleness increases, which in turn reduces the impact toughness of the composite (Nuruzzaman et al., 2016). Similar results have been reported in studies by Çuvalcı et al. (2014) and Kusaseh et al. (2018). The addition of 4% EPDM elastomer to the PA610GF composite resulted in an impact resistance of 15.9 kJ/m², which is about 6% lower compared to the control material. In their study, Niyaraki et al. (2021) stated that EPDM elastomer affects the impact resistance of the composite, while GF reinforcement increases the elasticity modulus.

Figure 7 presents the scanning electron microscope (SEM) images of the fracture surfaces after the tensile testing of the PA6-10GF/4EPDM composite. In the SEM image shown in Figure 7-a, it is evident that the glass fibers are distributed nearly uniformly throughout the matrix. Moreover, Figure 7-b illustrates how well the glass fibers are integrated into the polymer matrix. Upon examining the fiber surfaces, it is observed that they are rough rather than shiny, suggesting effective surface modification.

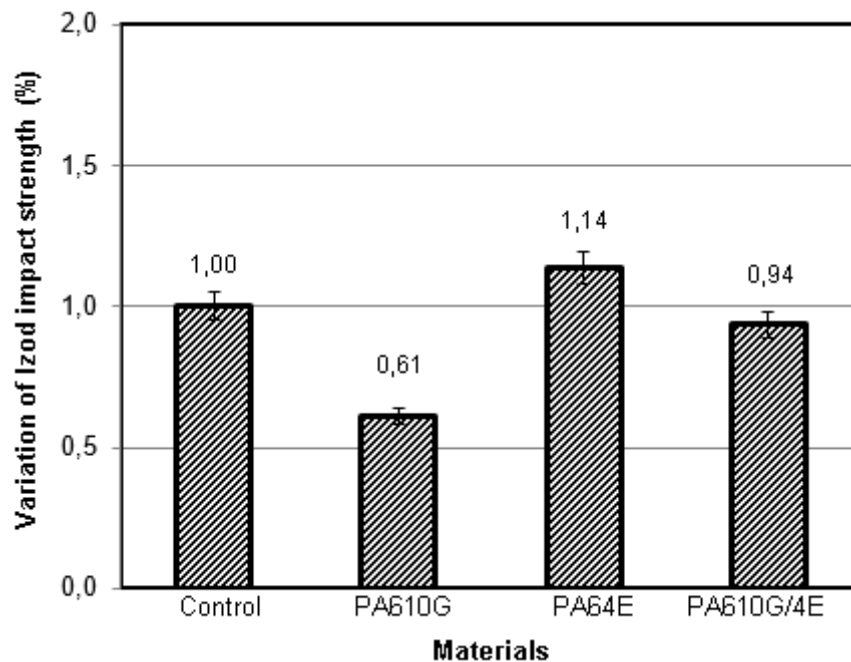


Figure 6. %change in I-IS of PA64EPDM blend and PA610GF and PA610GF/4EPDM composites with respect to control material

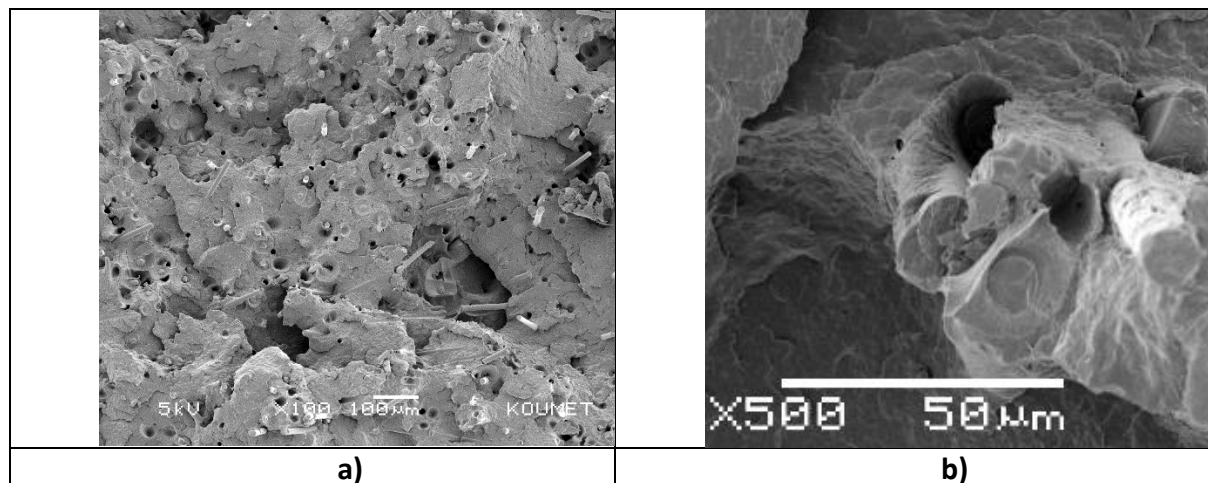


Figure 7. SEM images of fracture surface of PA6-10GF/4EPDM composite specimens fractured after tensile test a) 100X b) 500X

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

- 1- 4wt.% EPDM elastomer added to PA6 polymer decreased the TS and TM of the polymer blend but increased the I-IS.
- 2- 10wt. %GF added to PA6 polymer increased the TS and TM of the composite while decreasing the I-IS.
- 3- 4wt.% EPDM added to PA6-10GF composite increased the TS and TM of the composite compared to the control material, while the I-IS value decreased by 6%.
- 4- It is thought that PA610G/4E composite will be more suitable for use in applications where high IS and high mechanical properties are required in some industrial sectors.

REFERENCES

- Abdulkadir G., Ahmet O., Emin O. Experimental investigation of the effect of glass fibres on the mechanical properties of polypropylene (PP) and polyamide 6 (PA6) plastics. *Materials and Design* 2006; 27: 316–323.
- Caramitu AR., Traian Z., Sorina M., Violeta T., Virgil M., Lidia A. PA 6/EPDM blends for electrical insulations. Preliminary characterization. *The 8th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering*, 23-25 May 2013, sayfa no:1-6, Bucharest, Romania.
- Chen K., Mingyin J., Hua S., Ping X. Thermoplastic reaction injection pultrusion for continuous glass fiber-reinforced polyamide-6 composites. *Materials* 2019; 12: 463.
- Çuvalcı H., Kadir E., Hüseyin I. Investigation of the effect of glass fiber content on the mechanical properties of cast polyamide. *Arabian Journal for Science and Engineering* 2014; 39: 9049-9056.
- Dryzek E., Wrobel M., Juszynska-Gałaszka E. Free-volume and tensile properties of glass fibre reinforced polyamide 6 composites. *Acta Physica Polonica A* 2017; 132(5): 1501-1505.
- Essabir H., Denis R., Rachid B., Abou el KQ. Effect of nylon 6 (PA6) addition on the properties glass fiber reinforced acrylonitrile-butadiene-styrene. *Polymer Composites* 2018; 14-21.

- Ke-Qing H., Zheng-Jun L., Mu-Huo Y. Preparation and mechanical fiber reinforced PA6 novel process. *Macromolecular Materials and Engineering* 2005; 290: 688-694.
- Kusaseh NM., Nuruzzaman DM., Ismail NM., Hamedon Z., Azhari A., Iqbal AKMA. Flexure and impact properties of glass fiber reinforced nylon 6-polypropylene composites. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 2018; 319: 012045.
- Liang J., Yuqiang X., Zhiyong W., Ping S., Guangyi C., Wanxi Z. Mechanical properties, crystallization and melting behaviors of carbon fiber-reinforced PA6 composites. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2014; 115: 209-218.
- Niyaraki MN., Faramarz AG., Ismail G., Sajjad D. Predicting of impact strength and elastic modulus of polypropylene/EPDM/graphene/glass fiber nano-composites by response surface methodology. *Technical Journal* 2021; 15(2): 169-177.
- Nuruzzaman DM., Iqbal Asif AKM., Oumer AN., Ismail NM., Basri S. Experimental investigation on the mechanical properties of glass fiber reinforced nylon. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 2016; 114: 012118.
- Ravishankar PS. *Treatise on EPDM. Rubber Chemistry and Technology* 2012; 85: 327-349.
- Shao-Yun F., Bernd L., Robert KYL., Yiu-Wing M. Effects of PA6,6/PP ratio on the mechanical properties of short glass fiber reinforced and rubber-toughened polyamide 6,6/polypropylene blends. *Composites: Part B* 2006; 37: 182-190.
- Shojaei A., Fereydoon M., (2009), Taguchi analysis of extrusion variables and composition effects on the morphology and mechanical properties of EPR-g-MA toughened polyamide 6 and its composite with short glass fiber. *Materials Science and Engineering A*; 506: 45-57.
- Tanrattanakul V., Nutthorn S., Phatchareeya R. (2008), Rubber toughening of nylon 6 with epoxidized natural rubber. *Polymer Testing* 2008; 27: 794-800.
- Tarun SG., Sridhar A., Namrata V., Doddipatla P. Review on nano-and microfiller-based polyamide 6 hybrid composite: Effect on mechanical properties and morphology. *Polymer Engineering & Science* 2020; 60: 1717-1759.
- Titire LC., Andreea EM., Alina CC., George CC., George GO., Lorena D. Characterization of blend PA6/EPDM (60/40) by tensile tests. *Materiale Plastice* 2021; 58(3): 51-63.

IMPROVEMENT OF TRIBOLOGICAL PERFORMANCES OF POLYAMIDE ENGINEERING POLYMERS WITH SOLID LUBRICANT ADDITIVES

Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL¹, Prof. Dr. KEMAL ERMIŞ²

¹ Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology, unal@subu.edu.tr,

ORCID ID: [0000-0003-0521-6647](https://orcid.org/0000-0003-0521-6647)

²Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology, ermis@subu.edu.tr,

ORCID ID: [0000-0003-3110-2731](https://orcid.org/0000-0003-3110-2731)

ABSTRACT

Many plastic machine elements are used in many areas of industry and are subject to wear in tribological environments. Generally, plastic materials come into contact with steel materials in working areas. In this case, there is polymer/steel contact and wear occurs on these pairs of materials. Polyamide 6 engineering polymer is among the traditional wear resistant polymer materials. In order to improve the wear resistance and reduce the coefficient of friction (CoF), some solid lubricant additives are usually added to the polymers. In this study, polyamide 6 (PA6) thermoplastic polymer was used. By adding 5 wt.% poly-tetra-fluoro-ethylene (PTFE) filler to PA6 polymer, hybrid polyamide 6 blends (i.e. PA6 blend with both 5 wt.% PTFE and 6 wt.% wax fillers) were produced by compounding method. Tribological test specimens were produced using injection molding technique in accordance with ASTM G99 standard. The wear and friction performances of the polymer and polymer blend test specimens were investigated. The experiments were carried out at a sliding speed of 0.5 m/s and a sliding distance of 2000 m. Two different loads (10N and 20N) were used in the experiments. In the experiments, CoF and specific wear rate (SWR) of PA6 polymer and PA6-5PTFE and PA6-5PTFE-6wax polymer blends were determined. As a result, when 5wt.% PTFE was added to the unfilled Polyamide 6 polymer, the CoF of the blend decreased by approximately 5.7% to 17%, while the SWR decreased by approximately 20%. When both 5wt.% PTFE and 6wt.% wax were added to the polyamide 6 base matrix, the CoF of the mixture decreased by approximately 99.8% and the SWR decreased by a minimum of 91.8%. By increasing the applied load, the CoF of PA6 polymer and PA6-5PTFE polymer blends decreased significantly while the SWR increased significantly.

Keywords: PTFE, Wax, PA6, Wear rate, Coefficient of friction, Blend

1. INTRODUCTION

Polyamide-6 (PA-6) is a semi-crystalline thermoplastic material. PA-6 is used in the production of technical components that require good mechanical properties. It has a low coefficient of friction, good thermal resistance, and excellent electrical insulation properties. It is commonly used in the manufacturing of machine components such as gears, fasteners, bushings, bearings, and similar parts. PA-6 is widely used in industries such as automotive, electrical/electronics,

textiles, machinery, and aerospace. Solid lubricants are often used in tribological applications where lubrication is difficult due to extreme conditions, such as high temperature, high pressure, or abrasive environments. Most of these solid lubricants have layered crystalline structures. For example, graphite has a structure where atoms in the same layer are tightly packed with strong covalent bonds. However, the layers are held together by weaker Van der Waals bonds, making it a solid lubricant. The graphite between the sliding surfaces allows the layers to easily separate while simultaneously aligning in parallel with the motion direction of the opposite surfaces. The low adhesion between the layers helps in reducing the coefficient of friction. In addition, the strong interatomic bonds between the layers help bear the load and protect the sliding surfaces from excessive wear. The purpose of solid lubricants is to form a lubricating film on the sliding surfaces of machine components. This film can be harder or softer than the base material and can be formed by mechanical, electrochemical, chemical, or physical processes. The use of solid lubricants provides several advantages, such as reducing sliding resistance and providing strong adhesion to friction surfaces. Solid lubricants can be used as fillers or additives in the matrix material in tribological applications.

PTFE polymer is a high-performance polymer known for its low coefficient of friction, ability to work at high temperatures, low adhesion or non-stick properties, high electrical resistance, excellent resistance to chemicals and certain solvents, and outstanding corrosion resistance, as well as UV and weather resistance. Wax additives reduce friction and provide wear resistance while also offering excellent protection against corrosion. They form a dry film on the surface of machine components, which helps to reduce friction and ensures reliable lubrication. By using the right wax lubricants, industrial parts can be produced with the desired low friction coefficient and specific wear resistance. Solid lubricants like PTFE, graphite, molybdenum disulfide, and wax can be used together in some polymer materials to take advantage of their synergistic effects in achieving low specific wear rates and low friction coefficients.

There are several polymer types used in industries requiring wear and friction resistance, including polyamides (PA), high-density polyethylene (HDPE), ultra-high molecular weight polyethylene (UHMW-PE), poly-oxy-methylene (POM), polytetrafluoroethylene (PTFE), and cast nylon (castamide). To improve the physical, mechanical, thermal, and tribological properties of polyamides, certain additives are incorporated. Reinforcements commonly added to polyamide polymers include carbon fiber (Raja et al., 2019), glass fiber (Mallick, 2000), aramid fibers, and natural fibers (Kumar, 2020; Sanjay et al., 2018; Croitoru, 2018). Additionally, micro and nano-sized glass beads, glass spheres (Erdogmuş et al., 2022), talc, kaolin, fly ash, calcium carbonate (CaCO₃) (Xian et al., 2023; Croitoru, 2018), alumina metal powders (Baskaran et al., 2001; Zhang et al., 2004), and certain metal oxides (Zhang et al., 2004; Tibiletti et al., 2011; Ribeiro et al., 2015) are commonly used. Also, PTFE (Pan et al., 2012), molybdenum disulfide (MoS₂), graphite (Kang et al., 2003), carbon black, and wax (Pan et al., 2012; Unal et al., 2012, Unal et al., 2016) are added as wear and friction reducers. The correct use and selection of additives affect the overall properties and application areas of the polymer product. While there are studies on the addition of PTFE, there are fewer studies on polymers containing wax additives. Polyamide-6 polymers are used in tribological applications in various industrial sectors. Figure 1 shows an industrial mechanism where a polyamide gear works with a steel gear. In such mechanisms, high wear resistance and a low friction coefficient

are expected. To guide the selection of these types of industrial products, some experimental studies have been conducted. In this study, the behavior of pure PA6 polymer, a 5% PTFE-containing PA6 mixture, and a hybrid PA6 mixture with 5% PTFE and 6% wax additives were examined under dry conditions. The experiments were conducted at 10N and 20N loads over a 2000m sliding distance with a sliding speed of 0.5 m/s

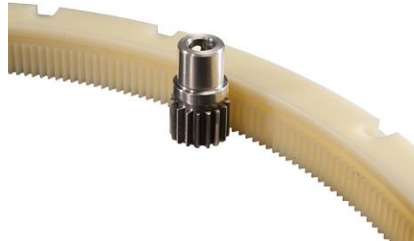


Figure 1. Polyamide polymer/steel gear mechanism

2. EXPERIMENTAL STUDY

2.1. Materials

Polyamide 6 engineering polymer with a density of 1.13 g/cm³ was used in tribology experiments. It was obtained from the market in granule form. PTFE additive has a density of 2.2 g/cm³ and was obtained in powder form. Wax additive is a solid lubricant and was obtained from the market in powder form.

2.2. Preparation of blends

An industrial type compounding machine was used to produce the polymer blends. Compounding was carried out in an NR-II-75 type twin screw extruder with a 75 mm diameter screw. In the extruder, PA6 blend with 5%PTFE additive and hybrid PA6 blends with 5%PTFE and 6% wax solid lubricant additive were produced in granule form. Extruder heater temperatures were set between 220-250 °C. Abrasion test specimens were produced in injection mold in accordance with ASTM G99 standard. In the injection molding of the polymer blend test specimens, the heater temperatures were again set between 220-250 °C. Finally, the abrasion test specimens were conditioned for 24 hours at room temperature of approximately 23 °C and 50% humidity.

2.3. Tribological Tests

2.3.1. Friction and wear tests

Wear tests of pure PA6 polymer, PA6 blend with 5%PTFE additive and PA6 blends with 5%PTFE and 6% wax solid lubricant additive were carried out in a pin-disc wear device (Figure 2). The pin specimens were printed on an injection molding machine with a diameter of 6 mm and a length of 50 mm. AISI 316L stainless steel was used as the counter disk material. The average surface roughness of the disk specimens was measured as 0.38-0.53 μm. The experiments were carried out in the laboratory under ambient temperature and 50% humidity

conditions. Wear tests of polymers and polymer blends were repeated at least three times. Average arithmetic values were used in the data used in the graphs in the study. A wear device designed with a pin on the disk was used for wear tests. Lateral load was measured to determine the coefficient of friction of polymer and polymer blends. For this, the lateral load was measured with the help of a load cell. For this, approximately 1000 data were taken per minute. The data were transferred to a computer and the coefficient of friction values were determined by the formula given below.

$$\mu = \frac{F_s}{F_N}$$

In the formula given above, μ is the coefficient of friction, F_s is the lateral load and F_N is the normal load.

The wear rate was calculated by the following formula.

$$SWR = \frac{\Delta m}{\rho \cdot N \cdot L} \quad (mm^3/Nm)$$

In the formula, Δm is the weight loss, L is the sliding path, N is the normal load and ρ is the density of the polymer and/or polymer blend.



Şekil 2. Pin-on-disc wear test apparatus

3. RESULTS AND EVALUATION

Figure 3 shows the change in the CoF according to the material for pure PA6 polymer, a 5wt.% PTFE-containing PA6 blend, and a 5wt.% PTFE and 6wt.% wax solid lubricant-containing PA6 mixture. As shown in the figure, adding 5wt.% PTFE to pure PA6 polymer (PA6-5PTFE) caused a reduction in the coefficient of friction. At a 10N load, the reduction in the CoF was observed to be about 5.7%, while at a 20N load, the reduction was approximately 17%. Additionally, adding 6wt.% wax to the PA6-5PTFE polymer mixture resulted in a significant decrease in the CoF for the PA6-5PTFE-6wax mixture. The CoF of the PA6-5PTFE-6wax mixture, compared to pure PA6, showed a reduction of 99.8% at a 10N load and a reduction of approximately 99.8% again at a 20N load. In summary, the addition of 5wt.% PTFE to PA6 polymer resulted in a reduction of the CoF in the range of approximately 5.7% to 17%, while the addition of 6% wax to the PA6-5PTFE mixture reduced the friction coefficient by about

99.8%. Moreover, increasing the applied load from 10N to 20N caused a significant decrease in the CoF for both pure PA6 and the PA6-5PTFE polymer mixture, except for the wax-containing polymer mixture. The reduction was 21.1% for pure PA6 and 30.6% for the PA6-5PTFE polymer mixture.

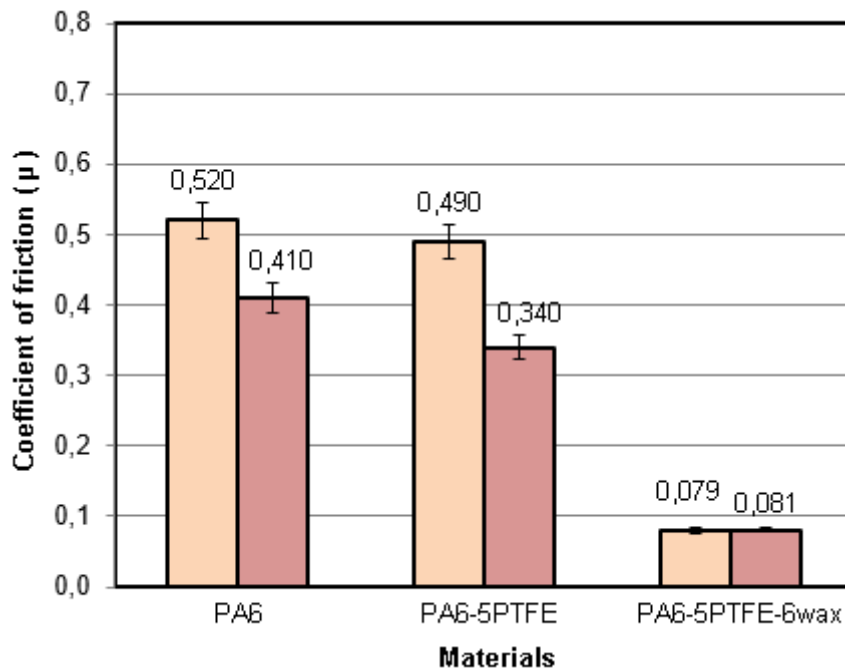


Figure 3. Variation of CoF of PA6 polymer and PA6-5PTFE and PA6-5PTFE-6wax polymer blends according to the material

Figure 4 shows the change in the SWR of the materials, including pure PA6 polymer, a 5% PTFE-containing PA6 mixture, and a 5% PTFE and 6% wax solid lubricant-containing PA6 mixture. As seen in the figure, adding 5% PTFE to pure PA6 polymer led to a reduction in the SWR of the PA6-5PTFE polymer mixture. Compared to pure PA6, the SWR of the PA6-5PTFE mixture showed a decrease of 20.6% at a 10N load and a 20.0% decrease at a 20N load. Additionally, adding 6% wax to the PA6-5PTFE polymer mixture resulted in a significant reduction in the SWR of the PA6-5PTFE-6wax mixture. Compared to pure PA6, the SWR of the PA6-5PTFE-6wax mixture decreased by 91.89% at a 10N load and by approximately 96% at a 20N load. In conclusion, the addition of 5% PTFE to PA6 polymer caused a reduction in the SWR by about 20%, while the addition of 6% wax to the PA6-5PTFE mixture reduced the specific wear rate by approximately 91.8% to 96%. Moreover, increasing the applied load from 10N to 20N (a 100% increase) caused an increase in the SWR for pure PA6 and the PA6-5PTFE mixture, but no significant change was observed in the wax-containing PA6-5PTFE-6wax mixture. In pure PA6, increasing the load by 100% led to a 104.1% increase in the SWR, while in the PA6-5PTFE mixture, the SWR increased by 105.5%. No significant change was observed in the SWR of the PA6-5PTFE-6wax mixture with the increased load.

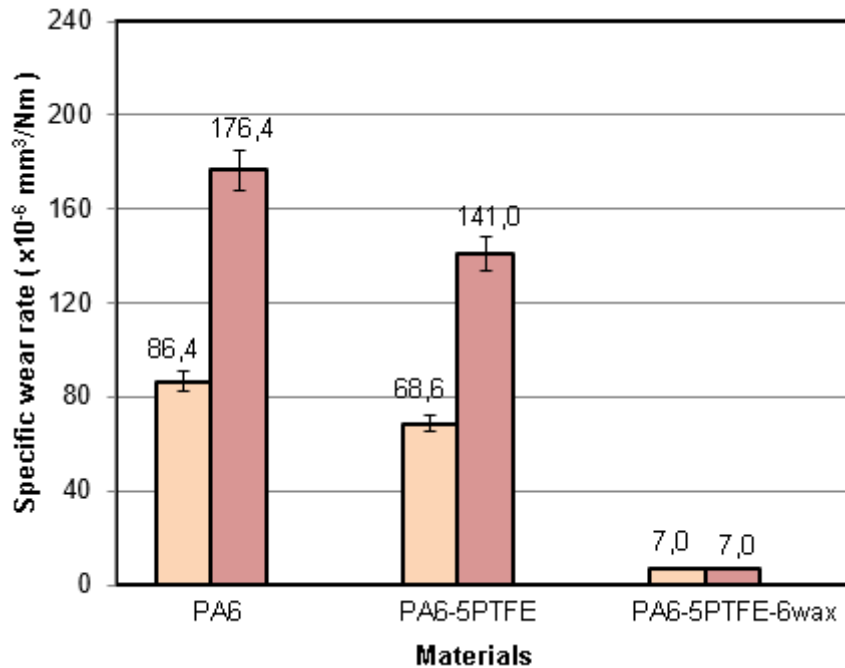


Figure 4. Variation of specific wear rate of PA6 polymer and PA6-5PTFE and PA6-5PTFE-6wax polymer blends according to material

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

The following conclusions were drawn from the tribological tests:

1. **Increasing the applied load** resulted in a significant decrease in the coefficient of friction for both pure PA6 polymer and the PA6-5PTFE polymer mixture, while a significant increase in the specific wear rate was observed.
2. **With the increase in load**, the PA6-5PTFE-6wax polymer mixture showed very little change in the coefficient of friction, and no change in the specific wear rate was observed.
3. The addition of **5% PTFE to pure PA6 polymer** caused a reduction in both the coefficient of friction and the specific wear rate of the PA6/PTFE polymer mixture.
4. The combined use of **5% PTFE and 6% wax** as solid lubricants in pure PA6 polymer resulted in a **hybrid PA6/PTFE/wax mixture**, which showed significantly greater reductions in both the coefficient of friction and the specific wear rate compared to the PA6/PTFE mixture.
5. In the industrial tribological field, particularly for mechanical parts such as gears, bearings, bushings, and rollers, replacing pure PA6 with a **PA6 mixture containing both PTFE and wax** will greatly extend the wear life of the machine components, thereby reducing maintenance costs.

REFERENCES

Baskaran R., Sarojadevi M., Vijayakumar C. (2001). Unsaturated polyester nanocomposites filled with nano-alumina, J. Mater. Sci. 46, p.4864.

- Croitoru, C., Spirchez, C., Cristea, D., Lunguleasa, A., Pop, M. A., Bedo, T., Roata, I. C., & Luca, M. A. (2018). Calcium carbonate and wood reinforced hybrid PVC composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(22), 46317
- Erdogmuş, E., Aydın, M. and Arslanoglu, H., (2022), Production and characterization of microsphere reinforced polyester composite: Modeling of thermal decomposition with ANN and optimization studies by RSM. *Petroleum Science and Technology*, p. 1-17.
- Kang S.C., Chung, D.W., (2003). Improvement of frictional properties and abrasive wear resistance of nylon/graphite composite by oil impregnation, *Wear*, 254 (1-2), 103-110.
- Kumar, S.S., (2020). Effect of Natural Fiber Loading on Mechanical Properties and Thermal Characteristics of Hybrid Polyester Composites for Industrial and Construction Fields. *Fibers Polym.*, 21, p.1508–1514.
- Mallick, P. K. (2000). Particulate and Short Fiber Reinforced Polymer Composites. In A. Kelly & C. Zweben (Eds.), *Comprehensive Composite Materials* (pp. 291-331). Pergamon.
- Mouritz A.P., Gibson A.G. (2006). *Fire properties of polymer composite materials*, G.M.L. Gladwell Series Ed., Dordrecht: Springer Publication, The Netherlands.
- Ozsoy, I., Ozsoy, N., Unal, H., Mimaroglu, A., (2013). Evaluation of the influences of wax content on the tribological and mechanical performance of polytetrafluoroethylene-blended polyamide, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part: Journal of Engineering Tribology*, 227 (12) 1399- 1405.
- Pan, B., Zhao, J., Zhang, Y., Zhang Y., (2012). Wear Performance and Mechanisms of Polyphenylene-Sulfide/Polytetrafluoroethylene Wax Composite Coatings Reinforced by Graphene, *Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics*, 51,1218– 1227.
- Raja, V.M., Kumar, S.S., (2019). Determination of Static and Fatigue Characteristics of Carbon Fiber Reinforced Polyester Composites for Automobile Applications, *Materials Research*, 22(6), p.1-7
- Ribeiro M.C.S., Sousaa S.P.B. and Nóvoa P.R.O. (2015). An investigation on fire and flexural mechanical behaviors of nano and micro polyester composites filled with SiO₂ and Al₂O₃ particles, *Materials Today: Proceedings 2*. p. 8–19
- Sanjay, M.R., Madhu, P., Jawaid, M., Senthamaraiannan, P., Senthil, S., Pradeep, S., (2018). Characterization and properties of natural fiber polymer composites: a comprehensive review. *J. Clean. Prod.*, 172. p.566-58
- Tibiletti L., Longuet C., Ferry L., Coutelen P., Mas A., Robin J.J, Lopez-Cuesta J.M. (2011). Thermal degradation and fire behavior of unsaturated polyesters filled with metallic oxides, *Polym. Degrad. Stabil.* 96, p.67
- Unal, H., Mimaroglu, A., (2012). Friction and wear performance of polyamide 6 and graphite and wax polyamide 6 composites under dry sliding conditions, *Wear*, 289, 132-137.
- Unal, H., Yetgin, S. H., (2016). The Investigation of Tribological Performance of Polyamide 6 Polymer and Polyamide 6/Wax Blend Against Themselves, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 31 (2), 457-463.
- Xian, Y., Feng, T., Li, H., Xing, Z., Wang, G., Cheng,H., (2023). The Influence of nano-CaCO₃ on the Mechanical and Dynamic Thermo-Mechanical Properties of Core–Shell Structured Wood Plastic Composites. *Forests*, 14(2), p. 257.



Zhang M., Singh R.P. (2004). Reinforcement of unsaturated polyester by aluminum and aluminum oxide nano-fillers, Mater. Lett. 58, p.408.

DETECTION OF BLOSSOMS ON TREES USING YOLOV8: COMPARISON OF THE PERFORMANCE OF HYPERPARAMETERS

Göksu TAŞ

^{1*}Department of Mechatronics Engineering, Manisa Celal Bayar University, 45400 Manisa, Turkey goksu.tas@cbu.edu.tr

Abstract

Agriculture is critical for food supply and sustainable production. In this study, blossoming and non-blossoming trees, which are important for agricultural producers during the ripening stage of tree fruits, were classified using the You Only Look Once-v8 (YOLOv8) object recognition method. There are many types of this model and the YOLOv8-s model is used in this study. While successfully predicting and classifying, the models' performances were compared by testing the hyperparameter values of learning rate, batch size, momentum, and number of epochs. In this comparison, the most commonly used top1 and top5 metrics in classification methods were used. For the hyperparameter values obtained, the models' performances were compared for the values of 0.01, 0.001, and 0.000001 for the learning rate, 16, 128 for the batch size, 0.9 and 0.95 for the momentum, and 10 and 20 for the number of periods. According to the results obtained, the YOLOv8-s model was the most successful model with hyperparameter values of 0.01-0.000001, 16, 0.95-0.9, and 10 for learning rate, batch size, momentum, and number of epochs, respectively. According to the top-1 accuracy metric, this model was the most successful model with a value of 0.993.

Keywords: Agriculture, Mechatronics Engineering, YOLOv8-s, Object Recognition, Deep Learning.

1. Introduction

When it is estimated that the world population will reach 9.7 billion 26 years from now, the need for food is thought to be of vital importance. To meet this demand, global crop production must increase significantly, and at the same time, adverse climatic impacts must decrease. Mitigation strategies to reduce greenhouse gas emissions should be combined with adaptation strategies to reduce the negative impacts of climate change and take advantage of opportunities. To ensure food security in the future, agricultural methods must change with product types and producer awareness. Therefore, global population growth has made it very important to carefully use the environment to meet food supply in many areas. Because meeting food needs for the coming years and the negative consequences caused by climatic changes are very important problems [1]. Climatic and non-climatic factors, such as lack of access to productive areas and markets, reduce the resilience capacity of poor households and further exacerbate their food insecurity. Thus, the development of alternative

adaptation strategies to cope with extreme climate events is vital for the development of interventions to reduce adverse climate impacts [2].

Food security is defined as the availability of food at the household, community national, and global levels. Producing more healthy food to ensure food security is a necessary condition to combat both poverty and hunger. This is critical in today's conditions where the population is increasing, and people's life expectancy is increasing. Given the important relationship of food with agriculture, an increase in the productivity and growth of the agricultural sector, as well as a sustainable expansion at a global level through the latest developments, is also crucial. However, to ensure food safety, it is necessary to consider the broader and multifaceted dimensions of the issue. Involving different disciplines in this issue and the problems surrounding it is a very important step to solving this problem [3]. Especially with the use of artificial intelligence-supported areas, problems in agricultural areas are being solved. It is very important to solve the problems in agricultural areas by developing smart mechatronic systems, drones, robots, and automation systems.

In this study, deep learning was used to solve an important problem in agricultural fields. An important step has been taken to solve this problem by classifying flowering and non-flowering trees using the You Only Look Once (YOLO) model, one of the real-time object recognition algorithms. Real-time object recognition applications can be applied to daily life by selecting the appropriate electronic card and platform. However, it is very important to start the system design from the software stage to determine the capacity selection of the appropriate card and the system design in terms of economy and reliability. In addition, the YOLOv8 model is used as a recently developed version of the YOLO model. To determine the hyperparameter values of the YOLOv8 model, model performances were given using important hyperparameters such as momentum, learning rate, batch size, and number of epochs. The YOLOv8-s model is one of the many sub-models of the YOLOv8 model and has been chosen as one of the models predicted to be most used. It aims to obtain an important intuition as a result of this study so that the hyperparameters can be determined in the YOLOv8-s model.

2. Related Work

Object detection is becoming increasingly important as it is used in robots, smart mechatronic systems, unmanned aerial vehicles, and many other fields today. YOLO [4], which is a real-time object recognition model, has been used to solve many problems since the moment it was developed, and its use is quite widespread, with models such as YOLOv3 [5], YOLOv4 [6], YOLOv5 [7] and most recently YOLOv10 [8] being developed. In a study, it was aimed to contribute to crop improvement by detecting wheat seeds in a healthy way. It was done using the YOLOv8 model for wheat seed detection. The YOLOv8-HD model is proposed by improving the feature selection between YOLOv8 layers. This model achieved a 9.1% higher average detection accuracy (mAP) value than the YOLOv8 model [9]. Another study tried to solve this problem by using the YOLOv8 model for infrared object detection. While detecting infrared objects, an attempt was made to develop the model by adding deformable convolution, a two-level attention mechanism, and dynamic headers to the YOLOv8 model. This model has been shown to be successful on different data sets. mAP_{0.5} achieved 99.7% success on the OTCBVS dataset and the DBD-YOLOv8 model was proposed [10]. In another study, since there are different types of ships, ship types were identified with a new YOLOv8 to support port management. An attempt was made to increase the efficiency by adding new blocks to the YOLOv8 model to increase the model's reliability for object detection. MobileViT_{SF}, which is used as a visual converter, was recommended and added to the YOLOv8 model. The developed model gave better results by 0.9% according to the mAP_{0.5} metric compared to the old model [11]. In another study, the YOLOv8 model was developed and used for underwater visual perception. To improve the skeletal structure of this new model, the YOLOv8-MU model was proposed by developing the model with innovations such as the large core block from the UniRepLKNet network and the C2f model of the swing transformer. By comparing the performance of this new model with models such as YOLOv8n and YOLOv5, it has been stated that it is 4% more successful than the YOLOv8 model according to the mAP_{0.5} metric [12]. Another study that detects the emotions of distracted drivers was proposed by developing the YOLOv8 model. This developed model was created by synthesizing a new attention mechanism with a convolutional neural network based on the basic structure of YOLOv8. The improved YOLOv8 model was more successful with a value of 0.814 compared to the mAP metric [13]. In another study, YOLOv8 was proposed to accurately detect students' classroom behavior during the education process. This model improves on Res2Net and YOLOv8 models by combining modules. An attempt was made to detect the resulting module by integrating it into YOLOv8. Compared to the original YOLOv8 model, this new model was successful with an average increase of 4.2% according to the mAP 0.5 metric [14]. In another study, an improved YOLOv8 model was proposed to detect insulator faults in power lines. This new model deformable attention structure was

made by developing a global attention mechanism. Additionally, loss function optimization was achieved and innovations were made in the model. The success of this model resulted in a 2.4% improvement over the original YOLOv8 model according to the mAP metric [15].

3. Material and Method

This study was carried out using the Python programming language with a module of the necessary image processing and object recognition algorithms. The obtained experimental data were accumulated and arranged. In addition, library adaptations were completed and the study was carried out for the effective use of object recognition programs in the Ubuntu operating system. A personal camera was used in different environments for the new images added to the data set and for flowers blooming in certain seasons of the year.

3.1. Blossoming - Non- blossoming Tree Dataset

The dataset used in this study was obtained by taking it from another study and developing it [16]. Approximately 800 images were used for training and validation, and 100 images were used as test data. Images were resized to 224 x 224 for better processing for models and to reduce computational load. The images are in .JPG format and the aim is to increase the accuracy rate by applying data duplication.

3.2. YOLOv8

The YOLO model has become very important with the developing technology of real-time object recognition algorithms. It is very important to use it in very important areas that affect life, such as autonomous vehicles, security systems, and production lines. YOLO is a convolutional neural network-based real-time object recognition model. Many models have been released and the latest YOLOv10 model is being worked on. Like previous versions of YOLO, YOLOv8 increases performance and flexibility, achieving peak performance and burning speed. YOLOv8's models are nano, small, medium, large, and extra-large. The fact that the nano model has 3.2 million parameters makes it easy to use on mobile or processor devices. YOLOv8 is divided into three parts used for feature extraction, multi-feature fusion, and prediction output. The feature extraction network extracts individual scale features from images generated by the C2f and SPPF modules. Based on the original

C3 module, the C2f module relaxes the model by reducing the network to a convolutional one. SPf complements this process by reducing the number of network layers based on spatial pyramid pooling to speed up feature fusion and eliminate redundant operations. The multi-scale fusion module uses a feature pyramid network and path aggregation network [17]. Detailed modules in the YOLOv8 network are given in Figure 1.

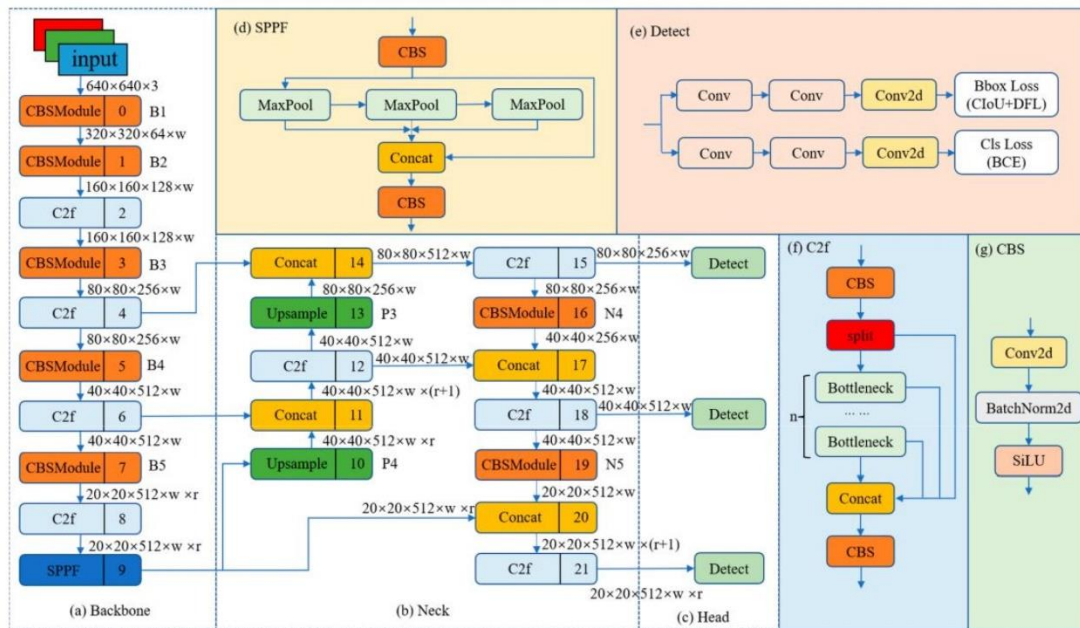


Figure 1. YOLOv8 architecture [18].

3.3. Top-k Accuracy Metric

While metrics and D-criteria vary widely, they focus on a single target in classification problems: measuring the relationship between a criterion and a rain of criteria. As a result, Top-k accuracy is used as a standardizing criterion to compare the overall accuracy between various methods. It is used to determine the frequency with which the correct label class is among the top k predicted labels [19]. In this study, we compare the similarities between the true and predicted trees using the top-1 and top-5 metrics.

4. Results and Discussion

Different hyperparameter values were determined to apply object recognition models to the data set. Successful results were tried to be obtained by testing these hyperparameter values.

Experimental results are given in Table 1. According to the results obtained, success increased by 5% by reducing the number of batch sizes from 128 to 16. However, changing the learning rate change from 0.001 to 0.000001 did not cause much change. The change in momentum did not cause much change as other parameters remained constant. However, increasing the batch size from 128 to 16 increased the top-1 accuracy metric by 5.7%. Additionally, increasing the number of epochs from 5 to 10 and decreasing the learning rate resulted in a 2.34% increase in the top-1 accuracy metric.

Table 1. Object recognition model experiment results

Method				Metrics	
Epochs	Batch size	Learning rate	Momentum	Top-1 acc	Top-5 acc
5	128	0.001	0.090	0.912458	1
5	128	0.001	0.095	0.912458	1
5	128	0.000001	0.090	0.912458	1
5	128	0.000001	0.095	0.912458	1
5	16	0.001	0.090	0.969697	1
5	16	0.001	0.095	0.969697	1
5	16	0.000001	0.090	0.969697	1
5	16	0.000001	0.095	0.969697	1
10	16	0.01	0.090	0.993	1
10	16	0.01	0.095	0.993	1
10	16	0.000001	0.090	0.993	1
10	16	0.000001	0.095	0.993	1

The confusion matrix of the model with the most appropriate hyperparameter values for the experimental results obtained in this study is given in Figure 2. While the training data most commonly used in confusion matrix classification problems is made with approximately 800 trees, the validation data is made with approximately 300 trees. Flowering trees were all predicted correctly by the model trained with 196 trees. As for the flowerless trees, while 99 trees were predicted correctly, the model predicted 2 trees incorrectly.

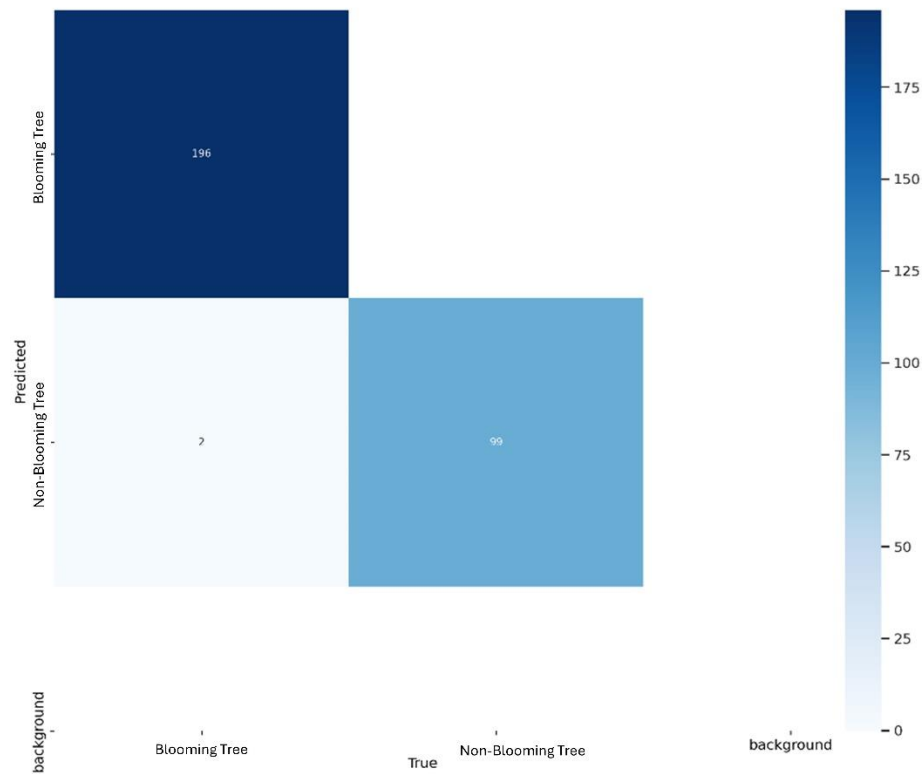


Figure 2. Classification result of object recognition model

One of the most used metrics during the training period in deep learning studies such as object recognition, classification, and regression is loss graphs. In addition, the changing prediction success during the training is given in Figure 3, along with the top-1 and top-5 metrics. According to the results obtained, training/loss and verification/loss graphs are also given and their changes during the training are indicated. The changes in the top-1 and top-5 metrics during the training process were also given and the changes in these success metrics were examined. All graphs are given as graphs with the number of periods on the horizontal axis. When the training started, it was observed that the training/loss graph dropped from over 0.5 to below 0.1. In the verification/loss graph, the value decreased from 0.475 to around 0.325 when the number of periods increased to 10. In the Top-1 – number of periods graph, it is seen that the accuracy at the end of the number of periods ends above the value of 0.98. In addition, the to-5 chart shows the accuracy of the prediction success as stable.

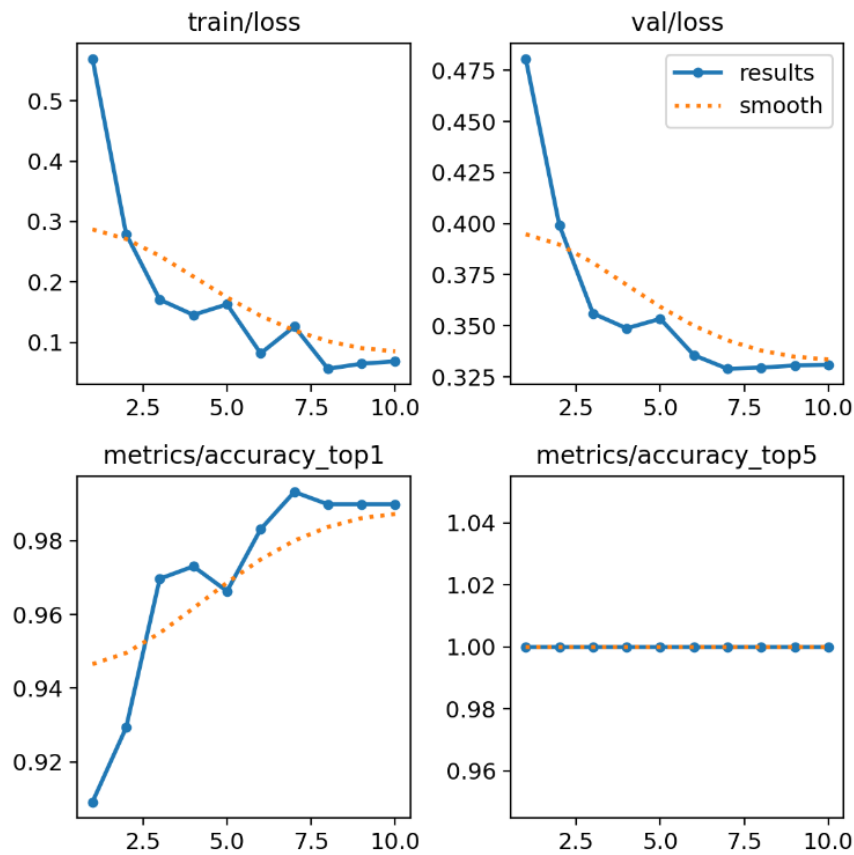


Figure 3. Training result of the object recognition model

Figure 4 shows the results obtained when testing the success of the object recognition model on validation data after it was trained. The results obtained when classifying these object classes as flowering and non-flowering trees are given. It has been observed that the YOLOv8-s model is successful in classifying 16 trees while classifying objects. In these results, which are combined from four rows and four columns, the classification result is given with a colored label for flowering trees and a colorless label for flowerless trees.



Figure 4. Validation class prediction result of object recognition model

After the object recognition model was trained, the final model with the most appropriate hyperparameter values emerged with the results obtained. After the most appropriate model was trained, the prediction result made with the trained model is given in Figure 5. Since the image dimensions given in Figure 5 are larger than the data size used when training the model, the prediction result aroused curiosity. The prediction of paintings consisting of flowering and flowerless trees was successfully realized. While the YOLOv8-s model predicted the flowerless tree with 99% accuracy, it predicted the flowering tree completely correctly.



Figure 5. Classification of different trees as a result of training the object recognition model

5. Conclusion and Suggestions

Regular and healthy agriculture has many ecological and economic benefits to society. It is very important to protect trees in agriculture for many reasons such as meeting the food demand for the increasing population and obtaining healthy food. In this study, an object recognition model-based classification was made to detect trees that bud and bloom for a short period of time within a year. With the findings obtained, agricultural measures can be taken to protect the trees. Object detection was done using YOLOv8-s, which is a very new and important model. Since this object recognition model is quite new, experience is required to select the relevant hyperparameters. In this study, the classification success of models with different hyperparameter values was compared by trying different learning rates, momentum, number of periods, and batch size numbers. Classification prediction results of different models were obtained by using the values of 0.01, 0.001, and 0.000001



for the learning rate, the batch size as 16,128, the momentum as 0.90, 0.95, and the number of periods as 5 and 10. The most successful model was the YOLOv8-s-based model with a learning rate of 0.01-0.000001, batch size of 16, a momentum of 0.9-0.95, and a number of epochs of 10. In this model, it has become the most successful model with 99.3% according to the top-1 success metric. In future studies, the author plans to create real-time object recognition models with robots with different electronic equipment.

Conflict of Interest Statement

There is no conflict of interest between the authors.

Statement of Research and Publication Ethics

The study is complied with research and publication ethics.

References

- [1] R. Anderson, P. E. Bayer, and D. Edwards, “Climate change and the need for agricultural adaptation,” *Curr Opin Plant Biol*, vol. 56, pp. 197–202, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.PBI.2019.12.006.
- [2] M. Amare and B. Balana, “Climate change, income sources, crop mix, and input use decisions: Evidence from Nigeria,” *Ecological Economics*, vol. 211, p. 107892, Sep. 2023, doi: 10.1016/J.ECOLECON.2023.107892.
- [3] D. Paudel, R. C. Neupane, S. Sigdel, P. Poudel, and A. R. Khanal, “COVID-19 Pandemic, Climate Change, and Conflicts on Agriculture: A Trio of Challenges to Global Food Security,” *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 8280, vol. 15, no. 10, p. 8280, May 2023, doi: 10.3390/SU15108280.
- [4] P. Jiang, D. Ergu, F. Liu, Y. Cai, and B. Ma, “A Review of Yolo Algorithm Developments,” *Procedia Comput Sci*, vol. 199, pp. 1066–1073, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.PROCS.2022.01.135.
- [5] C. Li, R. Wang, J. Li, and L. Fei, “Face Detection Based on YOLOv3,” *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1031 AISC, pp. 277–284, 2020, doi: 10.1007/978-981-13-9406-5_34.
- [6] R. Gai, N. Chen, and H. Yuan, “A detection algorithm for cherry fruits based on the improved YOLO-v4 model,” *Neural Comput Appl*, vol. 35, no. 19, pp. 13895–13906, Jul. 2023, doi: 10.1007/S00521-021-06029-Z/TABLES/4.
- [7] Y. Zhang, Z. Guo, J. Wu, Y. Tian, H. Tang, and X. Guo, “Real-Time Vehicle Detection Based on Improved YOLO v5,” *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 12274, vol. 14, no. 19, p. 12274, Sep. 2022, doi: 10.3390/SU141912274.
- [8] A. Wang et al., “YOLOv10: Real-Time End-to-End Object Detection,” May 2024, Accessed: Jun. 04, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2405.14458v1>
- [9] N. Ma, Y. Su, L. Yang, Z. Li, and H. Yan, “Wheat Seed Detection and Counting Method Based on Improved YOLOv8 Model,” *Sensors* 2024, Vol. 24, Page 1654, vol. 24, no. 5, p. 1654, Mar. 2024, doi: 10.3390/S24051654.
- [10] L. Shen, B. Lang, and Z. Song, “Infrared Object Detection Method Based on DBD-YOLOv8,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 145853–145868, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3345889.

- [11] X. Zhao and Y. Song, “Improved Ship Detection with YOLOv8 Enhanced with MobileViT and GSConv,” *Electronics* 2023, Vol. 12, Page 4666, vol. 12, no. 22, p. 4666, Nov. 2023, doi: 10.3390/ELECTRONICS12224666.
- [12] X. Jiang, X. Zhuang, J. Chen, J. Zhang, and Y. Zhang, “YOLOv8-MU: An Improved YOLOv8 Underwater Detector Based on a Large Kernel Block and a Multi-Branch Reparameterization Module,” *Sensors* 2024, Vol. 24, Page 2905, vol. 24, no. 9, p. 2905, May 2024, doi: 10.3390/S24092905.
- [13] B. Ma et al., “Distracted Driving Behavior and Driver’s Emotion Detection Based on Improved YOLOv8 With Attention Mechanism,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 37983–37994, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3374726.
- [14] H. Chen, G. Zhou, and H. Jiang, “Student Behavior Detection in the Classroom Based on Improved YOLOv8,” *Sensors* 2023, Vol. 23, Page 8385, vol. 23, no. 20, p. 8385, Oct. 2023, doi: 10.3390/S23208385.
- [15] D. Hu et al., “DGW-YOLOv8: A small insulator target detection algorithm based on deformable attention backbone and WIoU loss function,” *IET Image Process*, vol. 18, no. 4, pp. 1096–1108, Mar. 2024, doi: 10.1049/IPR2.13009.
- [16] G. Taş and C. Bal, “Bloomed or non-bloomed fruit tree classification with transfer learning,” *Remote Sensing Letters*, vol. 14, no. 9, pp. 981–992, Sep. 2023, doi: 10.1080/2150704X.2023.2258457.
- [17] X. Zhai, Z. Huang, T. Li, H. Liu, and S. Wang, “YOLO-Drone: An Optimized YOLOv8 Network for Tiny UAV Object Detection,” *Electronics* 2023, Vol. 12, Page 3664, vol. 12, no. 17, p. 3664, Aug. 2023, doi: 10.3390/ELECTRONICS12173664.
- [18] G. Wang, Y. Chen, P. An, H. Hong, J. Hu, and T. Huang, “UAV-YOLOv8: A Small-Object-Detection Model Based on Improved YOLOv8 for UAV Aerial Photography Scenarios,” *Sensors* 2023, Vol. 23, Page 7190, vol. 23, no. 16, p. 7190, Aug. 2023, doi: 10.3390/S23167190.
- [19] E. Peña-Asensio and J. M. Sánchez-Lozano, “Statistical equivalence of metrics for meteor dynamical association,” *Advances in Space Research*, vol. 74, no. 2, pp. 1073–1089, Jul. 2024, doi: 10.1016/J.ASR.2024.05.00

HIGH-PERFORMANCE COMPOSITE MATERIALS IN ENGINEERING APPLICATIONS: DATA ANALYSIS AND OPTIMIZATION

Beyzanur ÇELİK¹, Rumeysa ÇELİK², Harun KÖK³, Ahmet Yusuf YUŞAN⁴, Mehmet Halid ERDİK⁵, and Assoc. Prof. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ^{6*}

¹Fırat University, Faculty of Engineering, Software Engineering, Elazığ, Türkiye.
E-mail: beyzanurcelik419@gmail.com - Orcid: 0009-0007-8610-8002

²Fırat University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Elazığ, Türkiye.
E-mail: rumeyscelk@gmail.com - Orcid: 0009-0002-4232-5922

³Fırat University, School of Civil Aviation, Department of Aircraft Maintenance and Repair, Elazığ, Türkiye. E-mail: harunkok@gmail.com - Orcid: 0009-0003-4877-8196

⁴Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Engineering, Geomatics Engineering, Zonguldak, Türkiye. E-mail: yusufmamba24@gmail.com - Orcid: 0009-0007-7926-8446

⁵Fırat University, Institute of Science, Defense Technologies, Elazığ, Türkiye.
E-mail: haliderdik96@gmail.com - Orcid: 0009-0004-8677-7888

⁶Fırat University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye.
*E-mail: ercanaydogmus@firat.edu.tr - Orcid: 0000-0002-1643-2487

Abstract

The importance of composite materials in engineering is increasing with the solutions they offer to overcome the limitations of traditional materials. Especially in modern engineering designs, using composites is preferred to increase the strength of structures while maintaining their lightness. Data analysis and optimization techniques also play a critical role in improving the performance of composite materials. Analyzing material properties is important to determine under which conditions the composite components used will perform best. With advanced data analytics methods such as artificial intelligence and machine learning, the design of composite materials can be optimized, which speeds up production processes and reduces costs. In addition, the thermal, mechanical, and chemical properties of different composite compositions can be tested through simulation and modeling techniques to determine the most suitable composite types for defense and aviation applications. These techniques maximize the safety, durability, and cost advantages of composite materials, while also minimizing the effects of environmental factors. Composite materials are lighter, more durable, and longer-lasting than traditional materials such as metals. Such advantages also provide energy efficiency and reduce costs. Carbon fiber, ceramic, and polymer-based composites used in the aviation and defense

industry increase the performance of vehicles thanks to their low density and high strength. In particular, jet engines and missile systems that require high-temperature resistance are subject to a meticulous analysis and testing process to increase efficiency and safety. As a result, the development of high-temperature composite materials and data analysis techniques is critical to improving performance in both the aviation and defense sectors. High-temperature composite materials used in aircraft and defense technologies are critical due to their durability and lightness. These materials are particularly preferred in aircraft fuselages, engine parts, and missile systems because they are resistant to high temperatures, pressure, and chemical agents.

Keywords: Composite materials, optimization, high-temperature resistance, lightweight, data analysis, cost-efficiency

1. Engineering Applications of Composite Materials

A composite is a material structure consisting of at least two macroscopically identifiable materials that work together to achieve a better result. For example, composites can be produced by mixing fibers with a resin or matrix. These two components do not mix and the positive properties of the fibers and matrix are used to the maximum extent. Composites provide weight savings, and high freedom in form, material, and processing. It is possible to easily color, translucent, and integrate functions to a high degree. The properties of composites such as strength, hardness, thermal and electrical resistance can be improved. Color and gloss retention may not always be predictable. The structural behavior of composites, physical and chemical bonding conditions can be complex. The hardness and workability of composites can change their preference and usage areas. They can be sensitive to temperature, fire, UV light, and lightning. Alternative solutions are being investigated according to the raw material costs and recycling possibilities of composites [1].

Examples of the areas of use and application activities of composites are given below. Carbon fiber-reinforced plastics are used in prosthetics such as carbon components, fracture fixation plates, hip prostheses, and similar applications. They are also preferred for pressure vessels, piping, valves, centrifuges, and similar applications in chemical plants. These can be filament-wound or molded components for holding process fluids. Most of the composites used today are still glass-reinforced plastics. Glass-reinforced plastic panels offer the advantage of translucency. In addition, composites are used for folded plate structures, cladding panels, decorative (sculptural) panels, service molds, shelves, piping, rainwater molds, domestic and industrial water tanks, concrete molds, and small structures. In addition, composite materials

are preferred in applications such as switchgear, power generators, large-diameter butterfly valves, and high-strength insulators. Composites are also needed in passenger transport ships, fishing boats, military ships and seawater cooling circuits. As can be understood, composite materials with the desired properties developed according to the intended use are preferred in many sectors [2].

Nowadays, composite materials are also used in medical and biomedical fields and such applications. The applications of composite materials in the medical field cover a wide range. Composite biomaterials are designed to replace damaged organs. The ability to produce composite materials with special chemical and mechanical properties for specific applications is one of the reasons why they are widely used in the medical field. Composite materials have taken biomedical engineering to a whole new level. Metal and polymer matrix composites have begun to be used as better alternatives to stents and pacemakers used in the treatment of disorders in this system. This is due to the flexibility, low cost, and manufacturability that composites provide in the production of these materials. Pacemakers are one of the most important heart support systems. While platinum was used in the past, composites are now considered more sustainable alternatives in pacemaker production. In addition, composite materials are also used in dentistry to fill cavities, repair broken teeth, and make dental implants [3].

Systematic methods are being developed in the field of composite materials to study natural mechanisms and improve the performance of natural mechanisms. Many researchers use natural fibers as reinforcement for cementitious and polymer-based structural materials. Such materials are widely preferred in the automotive and construction industries. However, these composites should also be evaluated in terms of cost, recycling, waste disposal, and environmental issues. Natural fibers must be passed through many preparation stages to be used in engineering applications. In particular, properties such as humidity, flammability, density, and viscosity of raw materials affect the physical interaction and chemical bonding between natural fibers and the polymer matrix [4].

Composite materials are widely preferred in aviation and space applications due to their favorable physical properties. A composite material is obtained by reinforcing strong and rigid fibers into a resin matrix. The most commonly used composite materials in aviation and other industries are plastics reinforced with carbon and glass fibers. Another category of composite materials is particulate composites. Metal matrix composites used in the aviation and space industries today can be given as examples of particulate composites. While particulate

composites are considered isotropic, fiber-reinforced composites are anisotropic, meaning their properties can change depending on the direction. One of the advantages of composite materials is that they can be shaped into more complex forms compared to other materials. An example of modern composites can be given to the wing structures of fighter jets. Initially, composites were preferred only in the tail sections of aircraft. However, later composite materials were also used in the wings and fuselage areas of the aircraft. Such materials help reduce the weight of the aircraft body, increase fuel efficiency, and reduce costs. The excellent strength-to-weight ratio of composites is also used in helicopter construction to maximize payload and overall performance. By using composites in both airplanes and helicopters, the number of components has been reduced and costs have been lowered [5].

Composite materials are becoming increasingly widespread in the aviation and aerospace industries. Especially with increasing fuel costs, the demand for lighter materials has also increased. A significant portion of aircraft construction is obtained from composite materials, thus ensuring that the aircraft are lighter. This saves fuel, reduces carbon dioxide emissions and reduces the carbon footprint. Today, many large aviation and defense companies include composite materials in their aircraft and other systems. The importance of composite materials in the aviation sector is achieved not only in structural components but also in more functional and lightweight designs. For example, modern production techniques such as 3D printing allow the production of more complex and lighter structures in the aviation industry. As a result, the use of composite materials in aviation and similar industries not only reduces costs and improves environmental impact, but also allows the design of lighter and more durable structures. In the future, as aircraft need to fly faster and at higher altitudes, the development of composite materials will become even more important [6].

Composite materials are rapidly becoming widespread in the chemical, construction, machinery, automotive, electrical/electronic, and mechanical industries. They are also frequently preferred in the fields of aviation, marine, space, sports, and medicine. The use of high-performance composites is particularly striking in the aviation sector. The potential of composites is preferred in the aviation industry because they offer important properties such as high specific stiffness and specific strength. Polymer composites are also particularly suitable for marine vehicles and offshore structures because they provide better resistance to weather conditions. Composites also play an important role in the wind energy sector, where wind turbine blades are made of polymer composites. Moreover, many critical parts in the mechanical and automotive industries are produced using polymer composites. In sports,

composites are preferred due to their lightness and high mechanical properties in products such as tennis rackets, golf clubs and fishing rods [7].

2. Nanoparticle Reinforced Composite Materials

Graphene, a nanomaterial formed by arranging carbon atoms in a single layer in a two-dimensional honeycomb lattice, possesses unique mechanical, electrical, and thermal properties. Its application in the defense industry, particularly in ballistic armor and other military uses, holds significant potential. Graphene's high tensile strength, lightweight, flexibility, and high thermal conductivity can enhance the performance of military equipment. However, several technical and economic challenges must be overcome for its widespread adoption. This article presents a SWOT analysis of graphene's use in the defense industry, evaluating its strengths, weaknesses, opportunities, and threats. Additionally, it discusses the potential applications of graphene in ballistic armor and the challenges encountered.

Nanotechnology is a branch of science that involves the manipulation of matter at the atomic and molecular levels. A nanometer is one-billionth of a meter, which is about 100,000 times smaller than the diameter of a human hair. Nanotechnology is used to change the properties and functions of materials and devices [8]. The foundations of nanotechnology were laid in 1959 with Richard Feynman's talk 'There's Plenty of Room at the Bottom' [9]. In 1981, the invention of the scanning tunneling microscope (STM) by Gerd Binnig and Heinrich Rohrer made it possible to image and manipulate atoms [10]. In the late 1980s and early 1990s, the discovery of nanomaterials such as fullerenes and carbon nanotubes accelerated the development of nanotechnology [11]. In the 2000s, nanotechnology research and applications have expanded rapidly. Major research programs have been launched in the United States, Europe, and Asia. Nanotechnology has the potential to revolutionize areas such as cancer treatment, drug delivery systems, and biosensors. For example, nanorobots are being developed that target cancer cells and destroy only these cells. Nanoparticles can increase the effectiveness of treatment and reduce side effects by transporting drugs to specific areas in the body. In addition, early diagnosis of diseases may be possible thanks to biosensors [12]. Nanoscale transistors and other components enable faster and smaller electronic devices. Nanotechnology plays a critical role in continuing Moore's Law. Nanomaterials such as quantum dots and graphene could form the basis of next-generation electronic devices. These materials offer higher efficiency and performance. Nanotechnology can increase the efficiency of solar panels and improve energy storage systems. For example, perovskite solar cells can be made more efficient with nanotechnology. Nanomaterials can be used to produce more efficient fuel cells and batteries.

This can increase the range of electric vehicles and solve energy storage problems. Nanotechnology can be used in water purification systems and air filters. Nanofilters can clean water more effectively and remove contaminants. Environmentally friendly nanomaterials have the potential to reduce pollution and use resources more efficiently. For example, nanocoatings can enable surfaces to clean themselves and reduce the chemicals used for cleaning. Nanotechnology is poised to revolutionize science and engineering. Its history extends from basic scientific discoveries to today's advanced technologies. In the future, significant advances will be made in many areas such as health, electronics, energy, and the environment. This technology has the potential to improve the quality of life and provide a sustainable future. Graphene is one of the most remarkable materials in nanotechnology. Consisting of a honeycomb arrangement of carbon atoms with a thickness of one atom, graphene has unique mechanical, electrical and thermal properties. Isolated in 2004 by Andre Geim and Konstantin Novoselov, graphene was awarded the Nobel Prize in Physics in 2010 [19]. This article will discuss the use of graphene in the defense industry, especially in terms of ballistic armor and other military applications. In addition, the strengths and weaknesses of graphene, opportunities and threats will be evaluated, and potential future uses and challenges will be discussed.

3. The Role of Nanotechnology in the Defense Industry

Nanotechnology plays a transformative role in the defense industry by enabling the development of advanced materials and systems with unprecedented capabilities in strength, durability, stealth, and performance. Nanomaterials such as graphene, carbon nanotubes, and nanoceramics are at the forefront of innovations, offering lightweight yet incredibly strong materials for armor, aerospace, and vehicle applications. Graphene, a single layer of carbon atoms arranged in a hexagonal lattice, is particularly significant due to its exceptional mechanical strength, thermal conductivity, and electrical properties. In the defense sector, graphene is being utilized to develop lighter and stronger body armor, enhance the efficiency of thermal management in electronics, and improve the structural integrity of military vehicles. Additionally, its ability to absorb radar waves makes it an excellent material for stealth technology. Nanotechnology also enhances energy storage solutions for portable military equipment through graphene-based supercapacitors, ensuring efficient and reliable power supplies in critical situations.

Nanomaterials are used in a wide range of areas in the defense industry. Nanoparticles significantly increase the strength, hardness, and durability of composite materials, optimizing

the performance of critical components such as armors, ballistic panels, and lightweight structural materials. Nanomaterials such as carbon nanotubes, graphene, and boron nitride are examples of common uses in this field. In this way, the armoring of military vehicles is made both lighter and more effective, increasing their mobility [8]. Nano sensors can detect chemical, biological, and radiological threats with high sensitivity and selectivity. These sensors can be used in critical tasks such as explosive detection, toxic gas detection, and detection of biological agents. Since nanosensors are much smaller than traditional sensors, they can be used in portable and wearable systems [12]. Metamaterials can optionally bend or reflect electromagnetic waves, making objects invisible in radar, infrared, and visible light spectrums. This property allows military vehicles and personnel to be hidden from enemy eyes. Vehicles coated with metamaterials can sneak behind enemy lines without being detected by radar and complete their missions without being discovered [11]. Nanomaterials play an important role in battery technologies, fuel cells, and energy storage systems. Nanomaterials are used to develop energy sources with greater energy density, faster charging, and longer life. In this way, the range of military vehicles can be increased and their mission duration can be extended (National Nanotechnology Initiative). Nanoelectronics enables the production of smaller, faster, and more energy-efficient electronic devices. In this way, the performance of military communication systems, radars, and other electronic devices can be increased. With nanoelectronics, the burden on soldiers can be reduced and their mobility can be increased by designing smaller and lighter electronic devices [10]. Nanomaterials can have higher strength and lower density than traditional materials. This feature allows armors, aircraft fuselages, and other structural components to be made lighter and more durable. The large surface area of nanomaterials offers advantages in applications such as catalysis, sensors, and energy storage. This allows more efficient catalysts, more sensitive sensors, and higher-capacity batteries to be developed [9]. Nanomaterials can have various functional properties such as electrical, magnetic, optical, and thermal. These properties enable the design of new-generation materials. For example, innovative applications such as self-healing materials, smart textiles, and sensor-integrated surfaces can be developed [8]. The widespread use of nanomaterials in the defense industry brings with it some challenges. These include production costs, toxicity risks, long-term effects, and lack of standardization. In addition, energy consumption and environmental impacts used in the production of nanomaterials are also important issues [12]. However, despite these difficulties, the potential of nanotechnology in the defense industry is enormous. Ongoing research is aimed at reducing the production costs of nanomaterials, reducing toxicity

risks, and developing new applications. In the future, with the widespread use of nanomaterials, significant improvements in the capabilities of defense systems are expected. Nanomaterials are a versatile and promising field that has the potential to revolutionize defense technologies. The unique properties offered by these materials allow for the development of more effective, lighter, and more durable defense systems. However, it is of great importance to act with ethical and social responsibility in the development of nanotechnology. Issues such as possible misuse and environmental impacts of nanotechnologies need to be carefully evaluated [8]. Graphene is a nanomaterial formed by the arrangement of carbon atoms in a single layer, in a two-dimensional honeycomb (hexagonal) lattice structure. This structure gives graphene unique mechanical, electrical, and thermal properties. Graphene was isolated in 2004 by Andre Geim and Konstantin Novoselov, and this discovery was awarded the Nobel Prize in Physics in 2010 [19]. The basic building block of graphene is sp^2 hybridized carbon atoms. Each carbon atom forms sigma (σ) bonds with three neighboring carbon atoms, and these bonds allow the carbon atoms to form a hexagonal network in the plane. The fourth valence electron forms a pi (π) bond extending out of the plane. These π electrons serve as free-moving electrons that provide the electrical conductivity of graphene [17]. The honeycomb structure of graphene forms a regular hexagonal network in which each carbon atom is bonded to three neighboring carbon atoms at equal angles (120°). This arrangement provides graphene with high mechanical strength and flexibility. The tensile strength of graphene is about 200 times greater than that of steel, making it one of the strongest known materials [15]. The unique electrical properties of graphene arise from its two-dimensional structure. Graphene contains electrons with high mobility even at room temperature. This high mobility increases the electrical conductivity of graphene, making it a potential replacement for silicon. Graphene acts as a semiconductor with a zero band gap, meaning that electrons and holes can move freely [13]. Graphene is a material with exceptional thermal conductivity. Its thermal conductivity has been measured to be about $5000 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ at room temperature, making it one of the best-known thermal conductors. This high thermal conductivity makes graphene an ideal material for thermal management applications in electronic devices [14]. The use of graphene in ballistic armor has great potential as a future armor material. Graphene is an incredibly strong and lightweight material formed by a honeycomb arrangement of carbon atoms with a thickness of one atom. Due to these unique properties, graphene has become the focus of attention of the scientific world and especially the defense industry in recent years. Especially in ballistic armor, graphene has the potential to replace traditional materials [19]. Graphene is considered one of the strongest materials known.

Thanks to its high tensile strength and flexibility, it offers exceptional resistance to high-energy impacts such as bullets or shrapnel. At the same time, graphene is an exceptionally light material. Thanks to this, armor containing graphene is lighter and more comfortable to use than traditional armor [17].

Thanks to the high thermal conductivity of graphene, the heat generated during ballistic impact is quickly dissipated, preventing damage to the armor. In addition, the electrical conductivity of graphene allows sensors to be integrated into the armor for real-time damage detection [14]. Graphene can be used in various ways in ballistic armor. Graphene-reinforced composites can be added to polymer matrices to significantly increase the mechanical properties of composite materials. This allows for lighter and more durable ballistic panels to be produced. Graphene coatings can be applied as a thin layer on metal or ceramic armor to increase the armor's wear resistance and ballistic performance. Graphene-based aerogels, thanks to their highly porous structure, better disperse energy and thus absorb the shock generated during ballistic impact [31,32]. There are some challenges associated with the use of graphene in ballistic armors, including large-scale and economical production of graphene, and issues such as combining and processing graphene with other materials. However, once these challenges are overcome, graphene is expected to play an important role in future armor systems [15]. Considering the potential of graphene in ballistic armor, research in this area continues rapidly. In the future, with cheaper and larger scale production of graphene, it is expected that lighter, stronger, and smarter ballistic armors will be developed. In addition, by combining graphene with other nanomaterials, more complex and multifunctional armor systems can be designed [18]. Graphene is a material that has the potential to revolutionize ballistic armor thanks to its extraordinary properties. However, some technical and economic challenges need to be overcome for graphene to be widely used. With ongoing research, it is anticipated that graphene will play an important role in future defense technologies [16].

Graphene is known as one of the strongest materials known. Thanks to its high tensile strength and flexibility, it offers exceptional resistance to high-energy impacts such as bullets or shrapnel. Graphene's tensile strength is approximately 200 times greater than steel, making it an ideal material for ballistic armor. At the same time, graphene is an exceptionally light material. Thanks to this, armor containing graphene is lighter and more comfortable to use than traditional armor. These properties increase the mobility of military personnel and reduce fatigue during long-term operations [16]. Thanks to the high thermal conductivity of graphene, the heat generated during ballistic impact is quickly dissipated, preventing damage to the armor.

This feature increases the reusability of the armor and reduces costs in the long term. In addition, the electrical conductivity of graphene allows sensors to be integrated into the armor for real-time damage detection. This provides a critical advantage in military operations, as damaged armor can be quickly detected and repaired [14].

Graphene can be used in various ways in ballistic armor. Graphene-reinforced composites can be added to polymer matrices to significantly increase the mechanical properties of composite materials. This allows for lighter and more durable ballistic panels to be produced. Graphene coatings can be applied as a thin layer on metal or ceramic armor to increase the armor's wear resistance and ballistic performance. Graphene-based aerogels, thanks to their highly porous structure, better disperse energy and thus absorb the shock generated during ballistic impact [31,32]. Graphene-reinforced composites provide great advantages, especially in applications requiring lightness and durability. These composites can be used in armored military vehicles and personal protective equipment. Graphene coatings can be used to increase the performance of existing armor systems. These coatings increase the wear resistance of armor, providing long-lasting and durable armor systems. Graphene-based aerogels, as materials with high energy absorption capacity, increase the effectiveness of armor by dissipating the energy generated during ballistic impact [31,32].

Graphene is a material that has the potential to revolutionize ballistic armor thanks to its extraordinary mechanical, thermal, and electrical properties. Its properties such as high tensile strength, flexibility, and thermal and electrical conductivity make it an ideal material for ballistic armor applications. However, there are technical and economic challenges that need to be overcome before graphene can be widely used. These challenges include large-scale and economical production of graphene, as well as combining and processing graphene with other materials.

In the future, with cheaper and larger scale production of graphene, it is expected that lighter, stronger and smarter ballistic armors will be developed. In addition, by combining graphene with other nanomaterials, more complex and multifunctional armor systems can be designed. Such armor systems can provide not only ballistic protection, but also additional functions such as environmental sensors and communication systems.

In conclusion, graphene is a versatile and promising material that has the potential to play an important role in defense technologies. With ongoing research and technological developments, the use of graphene in ballistic armor will become more widespread, and significant improvements will be achieved in the capabilities of defense systems.

4. Optimization of Composite Materials

Optimization studies of composite materials are carried out to improve the mechanical properties of these materials and to obtain more durable and lightweight structures. Since composites are structures consisting of two or more different materials and contain more than one phase, they can provide strength and lightness advantages by combining these components with different properties. Their widespread popularity, especially in areas such as aviation, automotive, and construction, is directly related to the superior mechanical properties of composite materials.

Optimization studies of composite materials are based on improvements in various parameters of the design. These parameters may include features such as fiber orientation, number of layers, and component thickness. During the optimization process, the most appropriate material distribution and placement are tried to be provided by taking into account the strength properties of the material in different directions. The main methods used to achieve this include topology optimization, genetic algorithms, evolutionary algorithms, and load transfer analysis. Thanks to these methods, unnecessary material use in composite structures is minimized and lightweight, durable, and cost-effective solutions are developed. An example of the methods used in this context is the development of an optimization algorithm to increase the durability of composite materials and the use of the Tsai-Wu fracture criterion in analyses [20].

The Tsai-Wu criterion is a fracture theory developed to analyze the strength of composite materials. This criterion evaluates the effect of mechanical properties in different directions by considering the orthotropic structure of the material and helps to predict the moment of fracture of the material under various stress conditions. The Tsai-Wu criterion contains a mathematical formula that defines the interaction between two basic stress components, namely normal and shear stresses. In this way, it provides more precise results in determining the strength limits of composite materials.

Element deletion method (EDM) is a technique that offers a systematic approach for the optimization of composite materials. This method starts with the determination of the initial design. In the first stage, the composite design set and constraints, such as the refractive index and volume reduction, are defined. This step forms the basis of the optimization process. Then, the finite element method (FEM) is used to analyze the design. FEM is applied to simulate the behavior of the material and determine the stress distribution.

In the next step, the refractive index of each element is calculated. These calculations are made using the Tsai-Wu equations and are critical in determining the strength limits of the material. Based on the calculated refractive index values, less effective elements, i.e. those with less stress, are systematically deleted from the finite element model. This process is performed to optimize the material. The element deletion process is repeated within a certain cycle. In each cycle, a new finite element analysis is performed and the refractive index calculations are updated. This process continues until the desired design goals are achieved. The optimized model obtained is evaluated with mass improvements of up to 50 % without exceeding the material refractive index values. As a result, a more efficient and durable design of composite materials is achieved. This method stands out as an effective tool in the optimization of composite materials and can be used in various industrial applications.

This study particularly addresses optimization studies of composite materials that provide dimensional stability. Dimensionally stable materials are particularly important in the aviation industry. These materials do not change size under a wide range of temperature and humidity conditions and ensure that stability requirements are met. In this study, the dimensional stability of composite materials is optimized using a genetic algorithm (GA).

The optimization of composite materials focuses on providing properties such as low thermal expansion coefficient and high elastic modulus. The genetic algorithm used here, unlike classical optimization methods, is based on stochastic methods and provides solutions without derivative information [21]. Genetic algorithms are frequently preferred in complex composite optimization problems, especially due to their potential to evaluate large solution sets and find the overall optimum. In this study, a genetic algorithm was used to optimize the fiber angular arrangement of E-glass/epoxy and carbon/epoxy materials.

A genetic algorithm is an optimization method inspired by natural selection and genetic principles in nature. This algorithm uses the genetic characteristics of individuals in a population while trying to find the best solution for a problem. The general process consists of the following stages:

- ✚ Initial Population: An initial set of random solutions is created.
- ✚ Fitness Evaluation: Each individual receives a fitness value according to their contribution to the solution.
- ✚ Selection: Individuals with better fitness values are selected for the next generation.
- ✚ Crossover: New solutions are created by combining the genetic information of the selected individuals.

✚ Mutation: Diversity is increased by making small changes in the genetic structure of new individuals.

✚ New Population: These steps are repeated until the best solution is reached.

A genetic algorithm was used in the design of dimensionally stable layered composite plates, especially in optimizing fiber angle arrays. The main points of the study are as follows:

- Optimization Types: A genetic algorithm was used in solving both single-objective and multi-objective optimization problems, enabling the design of suitable composite materials for different engineering fields.
- Thermal Expansion and Elasticity: In the optimization process, it was aimed for the composite materials to have low thermal expansion coefficient and high elastic modulus; the results provided higher performance compared to traditional alignments.
- Comparison of Results: The results of the study were compared with traditional designs and it was observed that the obtained angle alignments were advantageous in terms of dimensional stability.

The advantages provided by the genetic algorithm on composite structures can be expressed as follows:

- Parallel Processing Capability: Since more than one solution can be evaluated simultaneously, speed and efficiency increases are provided in the process.
- Ease of Reaching Global Optimum: With its applicability in different areas and high performance, it makes it easier to find the best solution.
- Quickly Getting Out of Local Optimums: It provides an effective method to cope with the difficulties in calculating the objective function, allowing better results to be achieved [22].

The effects of processing parameters on the average thrust force and delamination factor during drilling of carbon fiber reinforced aluminum laminate (CARALL) composites were investigated and improved using the multi-criteria optimization method. The main objective of the study was to determine the most appropriate processing parameters to minimize the thrust force and delamination factor obtained during the drilling process.

Investigation of the Effects of Processing Parameters: To analyze the effects of cutting tool geometry, cutting speed, and feed rate on the average thrust force and delamination factor during the hole-making process.

Multi-Criteria Optimization: To determine the optimum processing parameters to provide the minimum average thrust force and delamination factor simultaneously. For this purpose, a

multi-criteria optimization was performed by combining the ARAS (Addition Ratio Assessment) method and the Entropy Method.

Experiments were designed using the Taguchi Method in the study and different levels of processing parameters were tested with the L18 (12x23) orthogonal array. ANOVA (Analysis of Variance) was performed to analyze the effects of processing parameters and this analysis was performed at a 95 % confidence level. The ARAS method was supported by the Entropy method to determine the importance of each parameter in the optimization process [23].

5. Examples of Reinforcements Used in Composite Materials

Composite materials are engineered by combining two or more constituent materials with distinct physical or chemical properties to create a material with superior characteristics. The reinforcements in composites provide strength, stiffness, and durability, typically embedded within a matrix material that binds them together. Common reinforcement materials include carbon fibers, glass fibers, aramid fibers, and nanoparticles, each selected based on the desired properties of the composite. Boron-based reinforcements, such as boron fibers or boron carbide particles, are particularly notable for their exceptional hardness, high-temperature stability, and lightweight properties, making them ideal for aerospace, military, and high-performance applications. For instance, boron fibers are often used in composites for aircraft structural components due to their superior tensile strength and resistance to corrosion. These reinforcements enhance the mechanical properties of the composite while allowing for tailored performance in demanding environments [24,25].

Although the boron element is found in the structure of more than 250 minerals in nature, economically, boron minerals are found in the form of hydrate compounds with the elements calcium, sodium, and magnesium. Boron minerals are minerals that contain boron oxide in different proportions in their structure, and although there are hundreds of minerals in the world that contain the boron element, there are very few that have commercial importance. The values of boron minerals that have commercial importance are directly proportional to the boron oxide they contain [25-27].

Turkey, despite its large reserves, ranks second in the world in production after the USA. As mentioned before, since boron is a mineral in high demand in countries with developed industries, the majority of Turkey's boron production is exported, with only a small portion offered for domestic consumption. Exported products generally consist of ore and concentrated (raw boron) boron products, and are mostly sent to developed countries [28-30].

6. Conclusions

The increasing importance of composite materials in engineering lies in their ability to address the limitations of traditional materials by offering superior strength, lightness, and durability. Advanced data analysis and optimization techniques, including artificial intelligence and machine learning, enhance the design and performance of composites, accelerating production processes and reducing costs. The ability to simulate and model thermal, mechanical, and chemical properties enables the development of highly efficient materials tailored for critical applications in defense and aviation. Carbon fiber, ceramic, and polymer-based composites significantly improve energy efficiency and performance in aircraft fuselages, engine parts, and missile systems, especially under high-temperature and high-pressure conditions. Thus, the continued advancement of high-temperature composite materials and data-driven optimization techniques is essential for ensuring safety, efficiency, and sustainability in modern engineering applications.

In conclusion, composite materials, especially those enhanced with nanoparticle reinforcements, are transforming engineering applications by offering superior mechanical, thermal, and chemical properties compared to traditional materials. The integration of nanotechnology into composite development has opened new frontiers in the defense industry, enabling the creation of lightweight, durable, and high-performance materials capable of withstanding extreme conditions. Optimization techniques, powered by advanced computational tools and data analysis, play a pivotal role in tailoring composite properties to meet specific application requirements, improving both efficiency and cost-effectiveness. Examples of reinforcements such as carbon fibers, ceramic particles, and nanomaterials demonstrate the versatility and adaptability of composites in addressing diverse engineering challenges. Ultimately, the continued innovation in composite material design and optimization, driven by nanotechnology, promises significant advancements in industries ranging from aerospace to defense, where performance and reliability are paramount.

REFERENCES

- [1] Nijssen, R. P. L. Composite materials: an introduction. Delft, The Netherlands: Inholland University of Applied Sciences, 2015.
- [2] Harris, B. Engineering composite materials, 1999.
- [3] Egbo, M. K. A fundamental review on composite materials and some of their applications in biomedical engineering. Journal of King Saud University-Engineering Sciences, 33(8), 557-568, 2021.

- [4] Lau, K. T., Hung, P. Y., Zhu, M. H., & Hui, D. Properties of natural fibre composites for structural engineering applications. *Composites Part B: Engineering*, 136, 222-233, 2018.
- [5] Quilter, A. Composites in aerospace applications. IHS White Paper, 444(1), 264, 2001.
- [6] Ölmez, C., Sever, Z., & Güneş, S. Kompozit Malzemelerin Mühendislik Uygulamaları: Sınıflandırılması, Mekanik Hesaplamaları, Üretim Yöntemleri ve Kullanım Alanları.
- [7] Balasubramanian, M. *Composite materials and processing*. Boca Raton: CRC press, 711, 2014.
- [8] Bhushan, B. (Ed.). *Springer Handbook of Nanotechnology (4th ed.)*. Springer International Publishing, 2017.
- [9] Feynman, R. P. There's plenty of room at the bottom. *Engineering and Science*, 23(5), 22-36, 1960.
- [10] Binnig, G., & Rohrer, H. Scanning tunneling microscopy. *IBM Journal of Research and Development*, 30(4), 355-369, 1986.
- [11] Iijima, S. Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*, 354(6348), 56-58, 1991.
- [12] Ferrari, M. Cancer nanotechnology: Opportunities and challenges. *Nature Reviews Cancer*, 5(3), 161-171, 2005.
- [13] Castro Neto, AH, Guinea, F., Peres, NMR, Novoselov, K.S., & Geim, AK. The electronic properties of graphene. *Reviews of Modern Physics*, 81(1), 109-162, 2009.
- [14] Balandin, AA, Ghosh, S., Bao, W., Calizo, I., Teweldebrhan, D., Miao, F., & Lau, C. N. Superior thermal conductivity of single-layer graphene. *Nano Letters*, 8(3), 902-907, 2008.
- [15] Lee, C., Wei, X., Kysar, J. W., & Hone, J. Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. *Science*, 321(5887), 385-388, 2008.
- [16] Novoselov, KS, Geim, AK, Morozov, SV, Jiang, D., Zhang, Y., Dubonos, SV, ... & Firsov, A. A. Electric field effect in atomically thin carbon films. *Science*, 306(5696), 666-669, 2004.
- [17] Geim, A. K., & Novoselov, K. S. The rise of graphene. *Nature Materials*, 6(3), 183-191, 2007.
- [18] Geim, A. K. Graphene: Status and prospects. *Science*, 324(5934), 1530-1534, 2009.
- [19] Novoselov, K.S., Fal'ko, VI, Colombo, L., Gellert, P.R., Schwab, M.G., & Kim, K. A roadmap for graphene. *Nature*, 490(7419), 192-200, 2012.

- [20] Doğru, M. H. Tsai-wu kriteri kullanarak kompozit plakaların optimizasyonu için geliştirilen algoritma. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3), 2017.
- [21] Aydın, L., Artem, H. S., & Savran, M. Genetik Algoritma Kullanılarak Boyutsal Kararlı Kompozit Malzemelerin Optimizasyonu. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(3), 1136-1145, 2017.
- [22] Aydoğmuş, E., Aydın, M., & Arslanoğlu, H. Production and characterization of microsphere reinforced polyester composite: Modeling of thermal decomposition with ANN and optimization studies by RSM. Petroleum Science and Technology, 42(12), 1505-1521, 2024.
- [23] Motorcu, A. R., Ekici, E., & Uzun, G. Elyaf Metal Tabakalı (FML) Kompozitlerin Delinmesinde Ortalama İtme Kuvveti ve Delaminasyon Faktörü Üzerinde İşleme Parametrelerinin Etkilerinin Değerlendirilmesi ve ARAS Yöntemiyle Çok Kriterli Optimizasyonu. İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, (9), 29-44, 2024.
- [24] Orhan, R., Aydoğmuş, E., Topuz, S., & Arslanoğlu, H. Investigation of thermo-mechanical characteristics of borax reinforced polyester composites. Journal of Building Engineering, 42, 103051, 2021.
- [25] Yiğitbaşıoğlu, H. Türkiye için önemli bir maden: Bor. Coğrafi Bilimler Dergisi, 2(2), 13-25, 2004.
- [26] Yanen, C., Dağ, M., & Aydoğmuş, E. Investigation of thermophysical properties of colemanite, ulexite, and tincal reinforced polyester composites. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (36), 155-159, 2022.
- [27] Dağ, M., Yanen, C., & Aydoğmuş, E. Effect of boron factory components on thermophysical properties of epoxy composite. European Journal of Science and Technology, 36, 151-154, 2022.
- [28] Yılmaz, E., Aydoğmuş, E., & Demir, A. Life cycle assessment and characterization of tincal ore reinforced polyester and vinylester composites. Journal of the Turkish Chemical Society Section B: Chemical Engineering, 5(2), 183-194, 2022.
- [29] Helvacı, C. Türkiye borat yatakları jeolojik konumu, ekonomik önemi ve bor politikası. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 4-41, 2003.
- [30] Helvacı, C. Bor yataklarının genel değerlendirilmesi ve gelecek öngörüsü. Madencilik ve Yerbilimleri Dergisi, 47, 66-78, 2015.



- [31] Naveen, J., Jawaid, M., Goh, K. L., Reddy, D. M., Muthukumar, C., Loganathan, T. M., & Reshwanth, K. N. G. L. Advancement in graphene-based materials and their nacre inspired composites for armour applications—A review. *Nanomaterials*, 11(5), 1239, 2021.
- [32] Zhang, T., Gao, X., Li, J., Xiao, L., Gao, H., Zhao, F., & Ma, H. Progress on the application of graphene-based composites toward energetic materials: A review. *Defence Technology*, 31, 95-116, 2024.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF EPOXY-BASED COMPOSITE REINFORCED WITH SBA AND CONIO-MWCNT NANOPARTICLES

Dr, Hakan ŞAHAL¹ and Dr, Ercan AYDOĞMUŞ^{2*}

¹Munzur University, Tunceli Vocational School, Department of Food Processing, Tunceli, Türkiye. E-mail: hakansahal@munzur.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8714-1735

²Fırat University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye.

*E-mail: ercanaydogmus@firat.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-1643-2487

ABSTRACT

In this research, (E)-4-((2-hydroxy-3-methoxy-5-nitrobenzylidene) amino) benzene-1-sulfonamide (SBA) was synthesized by hydrothermal method using sulfanilamide and 5-nitro-3-methoxy salisaldehyde. The synthesized nanoparticles were homogeneously reinforced into the epoxy-based composite. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM) analyses were performed to characterize nanocomposites. Besides, the bulk density, Shore D hardness, thermal conductivity coefficient, and thermal stability of the nanocomposite were evaluated. According to the results obtained, the bulk density and hardness of the composite increased. A significant rise was also observed in the thermal conductivity coefficient of the composite. According to optimization experiments, the use of 1.5 wt.% filler improves the thermophysical properties of the composite without weakening its mechanical properties. In this study, an economical, environmentally friendly, low carbon footprint, and easy-to-process epoxy-based composite was obtained. A composite with increased bulk density, hardness, thermal conductivity, and thermal stability was developed according to the intended use. By combining the advantages of SBA, CoNiO-MWCNT, and epoxy resin, this research highlights the potential of hybrid nanofillers in advancing epoxy-based materials for diverse industrial applications, such as electronics, automotive, and aerospace. The findings contribute to the field of nanocomposites by demonstrating the effectiveness of combining nanofillers to achieve multifunctional properties, paving the way for future studies focused on optimizing composite formulations and exploring other potential applications.

Keywords: Epoxy-based composite, Bulk density, Shore D hardness, Thermal conductivity, CoNiO-MWCNT nanoparticle

1. INTRODUCTION

The addition of nanoparticles to epoxy composite materials significantly enhances their thermophysical properties, as highlighted in the literature. Nanoparticles such as carbon nanotubes (CNTs), graphene oxide, silica, titanium dioxide (TiO_2), and alumina (Al_2O_3) have been reported to improve thermal conductivity, thermal stability, mechanical strength, and moisture resistance when incorporated into epoxy matrices. For instance, carbon nanotubes, due to their high thermal conductivity, can enhance the heat transfer capabilities of epoxy nanocomposites, while graphene-based nanoparticles improve both mechanical and thermal performance owing to their low density and large surface area. Silica nanoparticles, when well-dispersed in the polymer matrix, increase the glass transition temperature and thermal stability of the composite. Similarly, titanium dioxide and alumina nanoparticles not only improve the thermal resistance of epoxy but also contribute to the matrix's hardness and wear resistance, enabling the development of multifunctional composites. Surface modification of these nanoparticles ensures homogeneous dispersion within the epoxy matrix, minimizing aggregation and optimizing the material's performance. Additionally, the inclusion of nanoparticles reduces the thermal expansion coefficient of epoxy composites, resulting in more stable materials for thermomechanical applications. These enhancements are attributed to the large surface area of nanoparticles and their ability to form strong bonds within the epoxy matrix. Overall, the incorporation of nanoparticles into epoxy composites broadens their applicability in engineering and advanced technology fields, particularly in high-performance applications requiring superior thermal and mechanical properties [1-5].

Epoxy-based composites have garnered significant attention in recent years due to their exceptional mechanical, thermal, and chemical properties, making them highly versatile for various industrial applications. The ability to tailor these properties by incorporating advanced fillers and reinforcements has paved the way for innovative composite materials. Among these, integrating nanoparticles, metal oxides, and carbon-based nanomaterials offers immense potential to enhance the structural and functional characteristics of epoxy composites. In particular, the synergistic combination of sulfonamide-based compounds, transition metal oxides, and multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) provides a promising approach for developing high-performance composites with improved density, hardness, thermal conductivity, and thermal stability. This study focuses on synthesizing and characterizing such

a composite to achieve these desired attributes in an environmentally friendly and cost-effective manner [6-11].

The design and synthesis of sulfonamide-based organic compounds are particularly interesting due to their versatile chemical properties, ease of functionalization, and potential applications in material science. Sulfonamide derivatives, such as (E)-4-((2-hydroxy-3-methoxy-5-nitrobenzylidene) amino) benzene-1-sulfonamide (SBA), are known for their stability and compatibility with a variety of matrices. SBA was synthesized in this study via a hydrothermal method, utilizing sulfanilamide and 5-nitro-3-methoxy salicylaldehyde in an ethanol medium. The hydrothermal method, a widely used technique for controlled crystallization and nanoparticle synthesis, enables the production of high-purity compounds under moderate conditions. The resulting SBA powder, obtained with a high yield, serves as a key component in the fabrication of advanced epoxy-based composites [12-15].

The integration of SBA, CoNiO-MWCNT, and epoxy resin aims to achieve a composite material with superior bulk density, hardness, thermal conductivity, and thermal stability. The mixture of SBA and CoNiO-MWCNT was combined with commercial epoxy resins (Epoxy A and Epoxy B) through an ultrasonic sonication method, followed by curing. This approach ensures the uniform distribution of fillers within the epoxy matrix, resulting in enhanced interfacial bonding and improved material performance. The primary objective of this study is to develop an economical, environmentally friendly, and low-carbon-footprint epoxy-based composite suitable for a variety of industrial applications. By combining SBA, CoNiO-MWCNT, and epoxy resins, this research presents a sustainable solution for producing advanced materials with enhanced functional properties. The composite not only offers superior mechanical and thermal performance but also aligns with the increasing demand for green and cost-effective material processing technologies. This work contributes to the growing field of nanocomposites and highlights the potential of hybrid fillers in advancing epoxy-based materials.

2. MATERIALS METHODS

Sulfanilamide (purity >99%), 5-nitro-3-methoxy salicylaldehyde, cobalt acetate tetrahydrate, nickel acetate tetrahydrate, multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs), anhydrous acetone, and absolute ethanol were obtained from commercial suppliers and used as received without

further purification. Commercial epoxy resin (Epoxy A) and hardener (Epoxy B) were also utilized for composite preparation. Deionized water was used throughout the experiments.

(E)-4-((2-hydroxy-3-methoxy-5-nitrobenzylidene) amino) benzene-1-sulfonamide (SBA) was synthesized via a hydrothermal method. Sulfanilamide (0.689 g, 4 mmol) and 5-nitro-3-methoxy salicylaldehyde (0.789 g, 4 mmol) were dissolved in 50 mL of absolute ethanol under magnetic stirring. The solution was transferred into a Teflon-lined autoclave and subjected to hydrothermal treatment at 120 °C for 12 h. After cooling to room temperature, the resulting white precipitate was filtered, washed with ethanol, and dried at 60 °C for 6 h. The product was obtained as a white powder with a 91 % yield. The melting point was recorded as 212 °C, and the chemical analysis confirmed the composition.

Cobalt-nickel oxide nanoparticles doped onto multi-walled carbon nanotubes (CoNiO-MWCNT) were prepared by dissolving equal amounts of cobalt acetate tetrahydrate and nickel acetate tetrahydrate in 50 mL of deionized water. MWCNTs, corresponding to 5 % of the total salt mass, were added to the solution. The mixture was stirred vigorously for 15 minutes and then transferred to a Teflon-lined autoclave for hydrothermal treatment at 130 °C for 24 h. The resulting product was washed three times with deionized water to remove impurities, followed by drying at 60 °C for 12 h. The final product consisted of CoNiO nanoparticles doped onto the MWCNT structure.

The SBA powder and CoNiO-MWCNT were mixed in a beaker in a 1:1 weight ratio. Ten milliliters of anhydrous acetone were added to the mixture, which was subjected to ultrasonic sonication for 30 min to ensure homogeneous dispersion. The mixture was dried at 60 °C for 3 h, yielding a fine composite powder.

The SBA/CoNiO-MWCNT powder was incorporated into the epoxy matrix by mixing it with Epoxy A resin at 500 rpm for 15 min. The hardener (Epoxy B) was then added, and the mixture was stirred at the same speed for an additional 5 min. The resulting homogeneous mixture was poured into molds and cured at 80 °C for 24 h to form the final composite samples.

The synthesized materials and composites were characterized using Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) to identify functional groups and chemical bonding. The bulk density of the composite was determined using the water displacement method. Shore D hardness tests were performed to evaluate mechanical properties. These tests were conducted to evaluate the enhancements achieved in the composite properties and to assess their suitability for targeted applications.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The addition of nanoparticles to epoxy-based composites significantly improves their bulk density and Shore D hardness due to the enhanced material packing and reinforcement provided by the fillers. Nanoparticles such as metal oxides (cobalt-nickel oxide) and carbon-based materials (e.g., multi-walled carbon nanotubes, MWCNTs) possess high intrinsic densities and stiffness, which, when incorporated into the polymer matrix, increase the overall composite density (Figure 1). The uniform dispersion of nanoparticles within the epoxy resin reduces voids and defects, leading to a denser, more compact material structure. Additionally, the mechanical reinforcement provided by nanoparticles directly contributes to the increase in Shore D hardness (Figure 2). The strong interfacial bonding between the nanoparticles and the epoxy matrix restricts polymer chain mobility and enhances the composite's resistance to surface deformation. Hybrid fillers, such as metal oxide-doped MWCNTs, offer synergistic effects, where the rigidity of the metal oxides complements the structural reinforcement provided by the nanotubes. This combination results in a stiffer, harder composite material compared to unmodified epoxy. These improvements make nanoparticle-reinforced epoxy composites ideal for applications requiring high structural integrity and wear resistance, such as coatings, automotive parts, and electronic components [16,17].

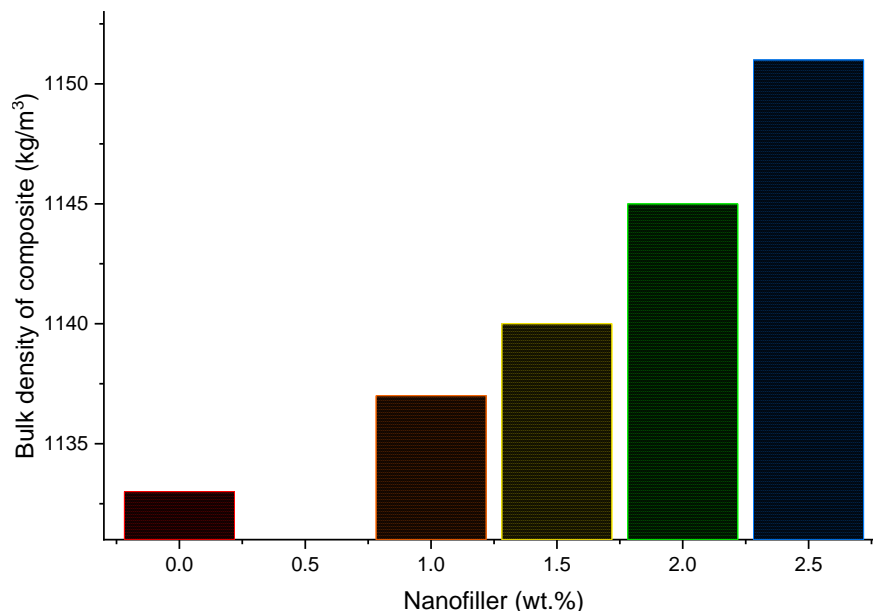


Figure 1. Effect of filler reinforcement on bulk density of composite

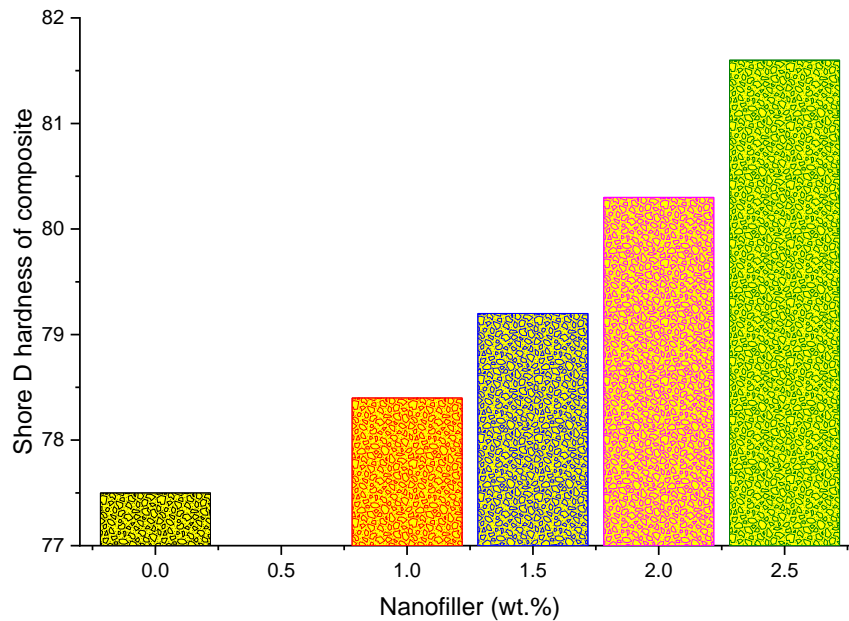


Figure 2. Change in Shore D hardness of composite with the addition of nanofiller

The incorporation of nano-fillers significantly enhances the thermal conductivity of epoxy-based composites by creating efficient heat transfer pathways within the matrix. Nano-fillers such as multi-walled carbon nanotubes and metal oxide nanoparticles (cobalt-nickel oxide) exhibit excellent thermal conductivity due to their intrinsic properties and high aspect ratios, which facilitate the formation of thermally conductive networks. When dispersed uniformly within the epoxy resin, these fillers reduce the thermal resistance at the filler-matrix interface and enable effective heat dissipation. The composite combination of fillers amplifies the composite's ability to transfer heat, as the nanoparticles improve the interfacial bonding and distribution of the polymer matrix. Figure 3, the resulting composite exhibits a significantly higher thermal conductivity coefficient compared to the neat epoxy resin, making it suitable for applications in electronics, thermal management, and high-temperature environments. This improvement underscores the potential of nano-fillers to bridge the thermal limitations of traditional polymer-based materials [18,19].

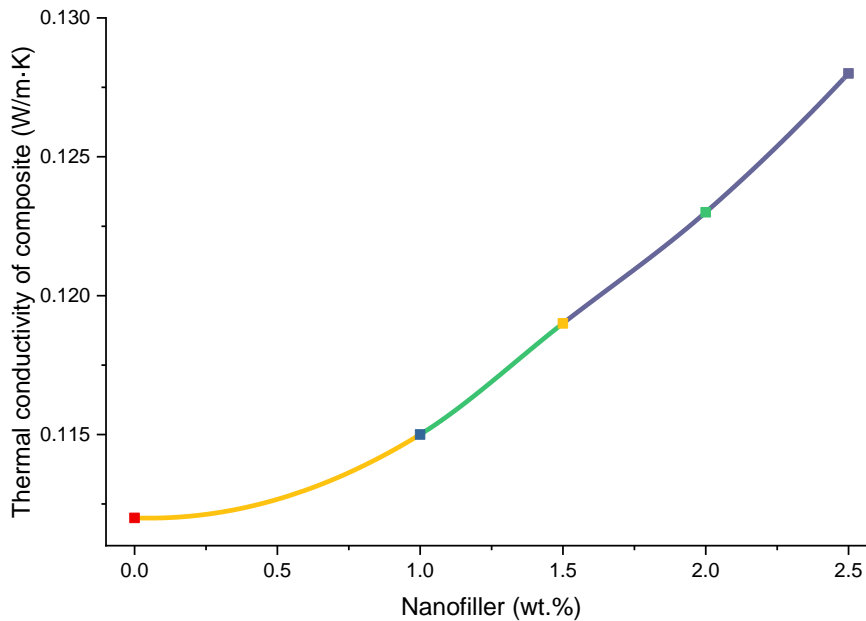


Figure 3. Effect of filler on thermal conductivity coefficient of composite

Epoxy resins, typically derived from diglycidyl ether bisphenol A (DGEBA), exhibit characteristic peaks in their FTIR spectra (Figure 4), such as the epoxide ring vibrations at $910\text{--}915\text{ cm}^{-1}$ and $820\text{--}830\text{ cm}^{-1}$, aromatic $\text{C}=\text{C}$ stretching at $1500\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$, and aliphatic C-H stretching at $2800\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$. Hydroxyl groups ($-\text{OH}$) resulting from curing reactions or filler interactions appear as broad peaks around $3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$. In nanocomposites, the FTIR spectrums also reflect interactions between the epoxy matrix and fillers like multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) or metal oxides. Functionalized MWCNTs may show peaks for $\text{C}=\text{O}$ (around 1700 cm^{-1}) or $-\text{OH}$ groups, while metal oxides can enhance the intensity of hydroxyl peaks due to surface interactions. FTIR is also instrumental in monitoring the curing process of epoxy resins; the gradual reduction of the epoxide peak at 910 cm^{-1} indicates the progression of curing, while the emergence of broad hydroxyl peaks confirms the formation of crosslinked structures [20,21].

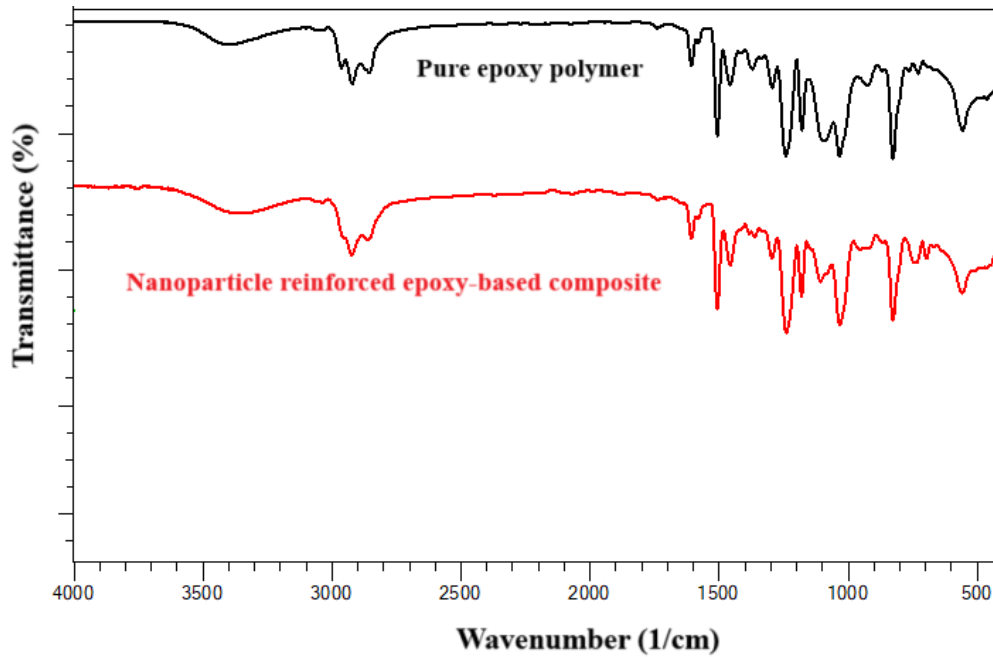


Figure 4. FTIR spectra of pure epoxy polymer and nanoparticle reinforced epoxy-based composite

4. CONCLUSION

In this study, a novel epoxy-based nanocomposite material was successfully synthesized and characterized, demonstrating significant enhancements in mechanical, thermal, and functional properties. The process began with the hydrothermal synthesis of (E)-4-((2-hydroxy-3-methoxy-5-nitrobenzylidene) amino) benzene-1-sulfonamide (SBA), a sulfonamide-based compound that served as a key organic filler due to its chemical stability and compatibility with the epoxy matrix. Additionally, cobalt-nickel oxide nanoparticles doped onto multi-walled carbon nanotubes (CoNiO-MWCNT) were synthesized to leverage the combined benefits of transition metal oxides and carbon nanotubes, including superior thermal conductivity, mechanical strength, and stability. These nanofillers were homogeneously incorporated into a commercial epoxy resin system through ultrasonic dispersion and curing processes, yielding a composite material with improved bulk density, Shore D hardness, thermal conductivity, and thermal stability. FTIR and SEM analyses confirmed the successful integration of SBA and CoNiO-MWCNT into the epoxy matrix, highlighting their uniform dispersion and strong interfacial bonding. The bulk density and hardness results indicated enhanced structural integrity, making the composite more suitable for load-bearing applications.

Optimization experiments revealed that the addition of 1.5 wt.% filler significantly enhances the thermophysical properties of the composite while maintaining its mechanical integrity. The developed composite exhibits improved bulk density, hardness, thermal conductivity, and

thermal stability, making it well-suited for its intended applications. These findings highlight the effective balance between enhanced thermophysical performance and mechanical durability, offering a promising material solution for advanced applications. Meanwhile, thermal conductivity measurements revealed significant improvements, attributed to the conductive pathways formed by the CoNiO-MWCNT network, which efficiently dissipate heat. Importantly, the fabrication process employed in this study was economical, environmentally friendly, and featured a low carbon footprint, aligning with the growing demand for sustainable material development.

REFERENCES

- [1] Abbas, S. S., Raouf, R. M., & Al-Moameri, H. A review of epoxy-nanocomposite properties. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 28(1), 76-95, 2024.
- [2] Kiran, M. D., Govindaraju, H. K., & Jayaraju, T. Evaluation of mechanical properties of glass fiber reinforced epoxy polymer composites with alumina, titanium dioxide and silicon carbide fillers. *Materials Today: Proceedings*, 5(10), 22355-22361, 2018.
- [3] Rajeswari, N., Sunitha, K., & Balasubramanian, K. Performance of nanofillers in epoxy resin for corrosion protection coating on metallic substrates. In *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences, 477, 97, 2024
- [4] Mousavi, S. R., Estaji, S., Kiaei, H., Mansourian-Tabaei, M., Nouranian, S., Jafari, S. H., ... & Khonakdar, H. A. A review of electrical and thermal conductivities of epoxy resin systems reinforced with carbon nanotubes and graphene-based nanoparticles. *Polymer Testing*, 112, 107645, 2022.
- [5] Kavimani, V., Prakash, K. S., Thankachan, T., & Udayakumar, R. Synergistic improvement of epoxy derived polymer composites reinforced with Graphene Oxide (GO) plus Titanium di oxide (TiO₂). *Composites Part B: Engineering*, 191, 107911, 2020.
- [6] T. Kuila, S. Bhadra, D. Yao, N.H. Kim, S. Bose, J.H. Lee, Recent advances in graphene based polymer composites, *Prog Polym Sci*. 35: 1350-1375, 2010.
- [7] M. Pasichnyk, M. Václavíková, I.Melnyk, Fabrication of polystyrene-acrylic/ZnO nanocomposite films for effective removal of methylene blue dye from water, *J. Polym. Res.*, 28: 56, 2021.

- [8] Sreehari, H., Gopika, V., Jayan, J. S., Sethulekshmi, A. S., & Saritha, A. A comprehensive review on bio epoxy based IPN: synthesis, properties and applications. *Polymer*, 252, 124950, 2022.
- [9] N. Pandey, S.K. Shukla, N.B. Singh, Water purification by polymer nanocomposites: an overview. *Nanocomposites* 3, 47-66, 2017.
- [10] Auvergne, R., Caillol, S., David, G., Boutevin, B., & Pascault, J. P. Biobased thermosetting epoxy: present and future. *Chemical reviews*, 114(2), 1082-1115, 2014.
- [11] Gu, H., Ma, C., Gu, J., Guo, J., Yan, X., Huang, J., ... & Guo, Z. An overview of multifunctional epoxy nanocomposites. *Journal of Materials Chemistry C*, 4(25), 5890-5906, 2016.
- [12] Sumrra, S. H., Hassan, A. U., Imran, M., Khalid, M., Mughal, E. U., Zafar, M. N., ... & Braga, A. A. Synthesis, characterization, and biological screening of metal complexes of novel sulfonamide derivatives: Experimental and theoretical analysis of sulfonamide crystal. *Applied Organometallic Chemistry*, 34(7), e5623, 2020.
- [13] El-Gaby, M., A Ammar, Y., IH El-Qaliei, M., F Hussein, M., & A Faraghally, F. Sulfonamides: Synthesis and the recent applications in Medicinal Chemistry. *Egyptian Journal of Chemistry*, 63(12), 5289-5327, 2020.
- [14] Ghomashi, R., Ghomashi, S., Aghaei, H., & Massah, A. R. Recent advances in biological active sulfonamide based hybrid compounds Part A: Two-component sulfonamide hybrids. *Current Medicinal Chemistry*, 30(4), 407-480, 2023.
- [15] Mushtaq, I., & Ahmed, A. Synthesis of biologically active sulfonamide-based indole analogs: a review. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9(1), 46, 2023.
- [16] Aydoğmuş, E., Dağ, M., Yalçın, Z. G., & Arslanoğlu, H. Synthesis and characterization of EPS reinforced modified castor oil-based epoxy biocomposite. *Journal of Building Engineering*, 47, 103897, 2022.
- [17] Dağ, M., Yanen, C., & Aydoğmuş, E. Effect of boron factory components on thermophysical properties of epoxy composite. *European Journal of Science and Technology*, 36, 151-154, 2022.
- [18] Buran, A., Durğun, M. E., Aydoğmuş, E., & Arslanoğlu, H. Determination of thermophysical properties of *Ficus elastica* leaves reinforced epoxy composite. *Firat University Journal of Experimental and Computational Engineering*, 2(1), 12-22, 2023.

- [19] Şahal, H., & Aydoğmuş, E. Production and characterization of palm oil based epoxy biocomposite by RSM design. *Hittite Journal of Science and Engineering*, 8(4), 287-297, 2021.
- [20] González, M. G., Cabanelas, J. C., & Baselga, J. Applications of FTIR on epoxy resins-identification, monitoring the curing process, phase separation and water uptake. *Infrared spectroscopy-materials science, engineering and technology*, 2, 261-284, 2012.
- [21] Ramírez, C., Rico, M., Torres, A., Barral, L., López, J., & Montero, B. Epoxy/POSS organic–inorganic hybrids: ATR-FTIR and DSC studies. *European Polymer Journal*, 44(10), 3035-3045, 2008.

EFFECT OF ANTIOXIDANT ADDITIVES ON OXIDATION STABILITY OF LUBRICATING GREASES

Kübranur AĞTOPRAK¹, Dr. Uğur KARAASLAN²

¹Belgin Madeni Yağlar, R&D, kubranur.agtoprak@belginoil.com - 0000-0002-9125-5644

²Belgin Madeni Yağlar, R&D, ugur.karaaslan@belginoil.com - 0000-0003-2972-4224

ABSTRACT

Greases are semi-solid lubricants used in many industrial and automotive application fields, especially in bearing. These are exposed to high temperatures, heavy loads, and oxidation. Oxidation is observed in greases, especially in the presence of oxygen. This situation produces undesirable effects on the service life and performance of the grease. Antioxidant additives are incorporated into grease formulations to enhance oxidation resistance and reduce these effects. These additives retard the oxidation process by reacting with free radicals. They also extend the life of the grease and ensure that it works for a long time in the equipment it is used in. In this study, butylated hydroxytoluene (BHT), alkylated phenyl alpha naphthylamine (APAN), octylated/butylated diphenylamine (OBDPA), 2,6-di-tert-butylphenol (DTBP), nonylated Diphenylamine (NDPA), Blend of octylated phenyl-alphanaphthylamine (OPNA), diphenylamine derivative (DPAD) ve N-phenyl-1-naphthylamine (NPNA) additives were used. In the experiments, the effects of these different structured aminic and phenolic additives added to synthetic lithium complex (LitX) grease on the oxidation resistance of the grease were investigated in detail. In the oxidation stability test applied to greases, low pressure drop indicates high oxidation resistance. Although these commercially used additives improve the oxidation stability of greases, the intended results could not be achieved with each additive. The formulation obtained with the combination of DPAD and NPNA gave the best results in this context.

Keywords: Lubricating greases, synthetic base oils, aminic and phenolic antioxidants, oxidation stability

INTRODUCTION

Oxidation stability is a crucial factor to consider when evaluating the performance and longevity of lubricating greases. Greases are widely used in various applications to provide lubrication, reduce friction, and protect components from wear. However, during operation, greases are exposed to high temperatures, oxygen, and other reactive substances, which can initiate oxidation processes. Oxidation can lead to the formation of harmful by-products such as acids, sludge, and varnish, compromising the grease's effectiveness and potentially damaging the equipment it is intended to protect [3]. Therefore, understanding and enhancing the oxidation stability of lubricating greases is of utmost importance in ensuring reliable and long-lasting lubrication for a wide range of industrial and automotive applications [11].

The chemical reaction that occurs when lubricants come into contact with oxygen is called oxidation stability. Factors such as the presence of water, pressure and temperature also affect the oxidation rate of lubricants. In addition, as the temperature rises, the oxidation life decreases. A high level of unsaturation reduces oxidation stability. For example, due to the unsaturated fatty acid, the oxidation stability of vegetable oils is much lower than that of synthetic esters. C-H bonds are weakened in oxidized lubricants, leading to the formation of carboxylic acid. This impairs the performance of the lubricant, increases the viscosity due to polymerization formation and decreases the lubricity [5]. Greases undergo chemical degradation as a result of oxidation reactions. Oxidation begins with the formation of free radicals. Antioxidants protect the base oil and thickener in the grease against free radicals [9]. These two first steps (free radical formation and antioxidant depletion) are normally referred to as the primary oxidation phase of the grease [10] or the induction period [1].

Ito et al. reported that base oil oxidation accompanied by acidic product formation begins after antioxidant depletion and the acid number increases after antioxidant depletion. They reported that thickening oxidation of grease also begins after antioxidant depletion and may affect both base oil oxidation and chemical degradation of the entire grease [4]. The life of lubricating greases with different thickeners and the same base oil and additive packages are different. This is demonstrated by comparing the chemical stability of simple greases (without additives) consisting of the same mineral base oil and different urea and lithium complex thickeners [6,8]. Many researchers have studied the oxidation of the entire grease as a single material due to the complexity of the oxidation reactions of the grease components (base oil, thickener, and additives) and their interactions. Oil oxidation has been well studied, but thickener oxidation and its effect on oil oxidation require further investigation. The induction period depends on the initial antioxidant content and accounts for a significant portion of the entire grease oxidation life. After the induction period, when oxidation begins, the chemical composition of the grease begins to change gradually.

Grease performance in terms of film thickness and friction may temporarily improve due to a decrease in consistency and an increased bleeding rate [2,3]. Although the grease may continue to lubricate the contact surface to some extent, its chemical life is essentially limited by the duration of this induction period. The viscosity of the base oil increases due to polymerization

reactions, and insoluble oxidation products reduce the effectiveness of the lubricant. This can be measured quantitatively by various oxidation monitoring methods to estimate the chemical stability of the grease at elevated temperatures. The secondary oxidation stage of the grease involves oxidation of the base oil and thickener and ultimately the formation of varnish and sludge. In the secondary oxidation stage, low molecular weight (LMW) and high molecular weight (HMW) products are formed [9]. Naidu et al. have studied the chemical degradation process of a lubricating oil on a hot metallic surface. This process begins with the primary oxidation of the lubricant and proceeds with the formation of low molecular weight (LMW) liquid products. Some of these LMW products, along with the original lubricant, evaporate, while others polymerize into high molecular weight (HMW) compounds. Over time, these HMW compounds become insoluble, leading to the formation of sludge and varnish deposits. The formation of sludge and varnish marks the final stage of chemical degradation. The secondary phases of chemical degradation involve changes in the chemical composition of the lubricant, leading to the production of liquid or solid deposits within the rolling elements. This significantly alters the lubricant's properties, reduces the volume and lubrication capacity of the oil or grease, causes damage to the equipment, and often results in severe consequences. The degradation process is accelerated by heat and high temperatures, which are typically associated with poor lubrication. Therefore, monitoring the chemical degradation of lubricants in all mechanical systems is crucial [7].

This study aims to evaluate the oxidation stability of grease by adding various aminic and phenolic antioxidants. In oxidized lubricants, C-H bonds are weakened, leading to the formation of carboxylic acids. This reduces the performance of the lubricant, increases the viscosity due to the formation of polymerization and reduces the lubricity of the lubricant. Antioxidants react with free radicals before the grease components. Thus, they delay the oxidation process and extend the service life of the grease.

MATERIALS AND METHOD

Materials

In this study synthetic type of base oil was used. Also, NLGI 2 class lithium complex (LitX) grease was used. In addition, commercially available phenolic and aminic antioxidants were used. All antioxidant (AO) additives were given in Table 1.

Table 1. Antioxidant (AO) Additives

Antioxidant	Nomenclature	Structure
Butylated Hydroxytoluene	BHT	Phenolic
Alkylated phenyl alpha naphthylamine	APAN	Aminic
Octylated/butylated diphenylamine	OBDDPA	Aminic
2,6-di-tert-butylphenol	DTBP	Phenolic
Nonylated Diphenylamine	NDPA	Aminic
Blend of octylated phenyl-alphanaphthylamine	OPNA	Phenolic and Aminic
Diphenylamine derivative	DPAD	Aminic
Aminic antioxidant (N-phenyl-1-naphthylamine)	NPNA	Aminic

Methods

The kinematic viscosity of base oils of greases at 40°C and 100°C were measured with HERZOG branded kinematic viscosity instrument. Penetration measurements were done by HERZOG branded penetrometer according to ASTM D 217 at 25°C. Before the measurement, greases were worked at 60 strokes by using a mechanical grease worker. The oxidation stability of lubricating greases by the oxygen pressure vessel tests was measured according to the ASTM D 942 method. The oxidation stability test instrument is shown Figure 1.

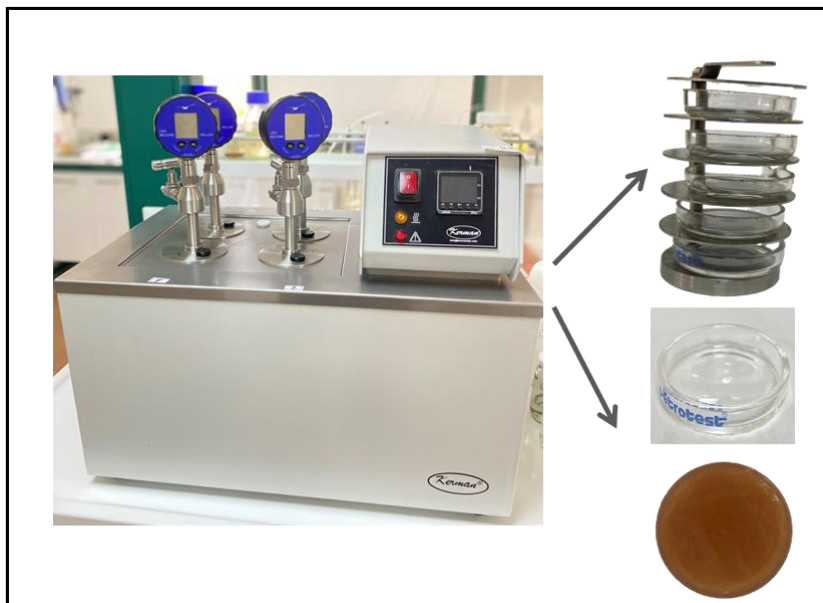


Figure 1. Oxidation stability test instrument and apparatus

Experiment

Within the scope of this study, synthetic base oil-based NLGI 2 grade LitX grease was prepared in a laboratory scale grease reactor and the base oil viscosity was adjusted to ISO VG 100. Afterwards, antioxidant additives BHT, APAN, OBDPA, DTBP, NDPA, OPNA, DPAD, and NPNA were added to the LitX grease in different formulation ratios. The structures of antioxidants are given in Figure 2.

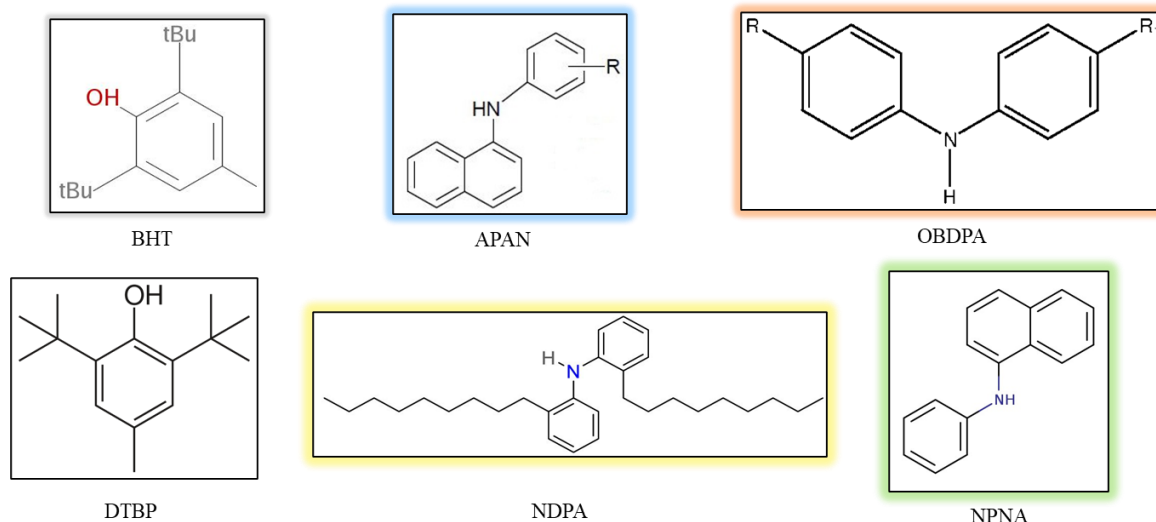


Figure 2. Structure of the Antioxidant

The formulation models of the experiment are given in Table 2.

Table 2. Experimental formulation all samples

Sample
LitX grease without AO
LitX grease with 0.5% APAN + 0.5% BHT
LitX grease with 0.5% OBDPA + 0.5% BHT
LitX grease with 1% OPNA
LitX grease with 0.75% DTBP + 0.25% NDPA
LitX grease with 0.5% DPAD + 0.5% NPNA
LitX grease with 0.25% DTBP + 0.75% NDPA

RESULTS AND DISCUSSION

The outputs obtained as a result of the studies are explained in this section. The technical properties of LitX grease are given in Table 3. According to the oxidation stability test results, the 400-hour test result indicate that the lithium complex grease without antioxidants does not exhibit oxidation stability, which is particularly critical for grease in long-term operations.

Table 3. Technical Data of LitX Grease

Technical Properties	Typical Values	Test Method
Colour	Dark Yellow	-
NLGI Class	2	-
Thickener Type	Lithium complex	-
Base Oil Type	Synthetic	-
Base Oil Viscosity (@40°C, cSt)	100	ASTM D 445
Worked Penetration (25°C, 60 strokes, mm/10)	284	ASTM D 217
Oxidation stability at 99°C, Pressure drop, kPa, 100 hours	48	ASTM D 942
Oxidation stability at 99°C, Pressure drop, kPa, 400 hours	510	ASTM D 942

Figure 3 shows the oxidation stability test results of the samples at 100 hours under oxygen pressure. Lithium complex grease gave a high oxygen drop, which means that the grease is not stable under oxygen pressure. Also, all additives improve stability, but not all additives have the same effect. The best result was obtained with the formulation 0.5% DPAD + 0.5% NPNA.

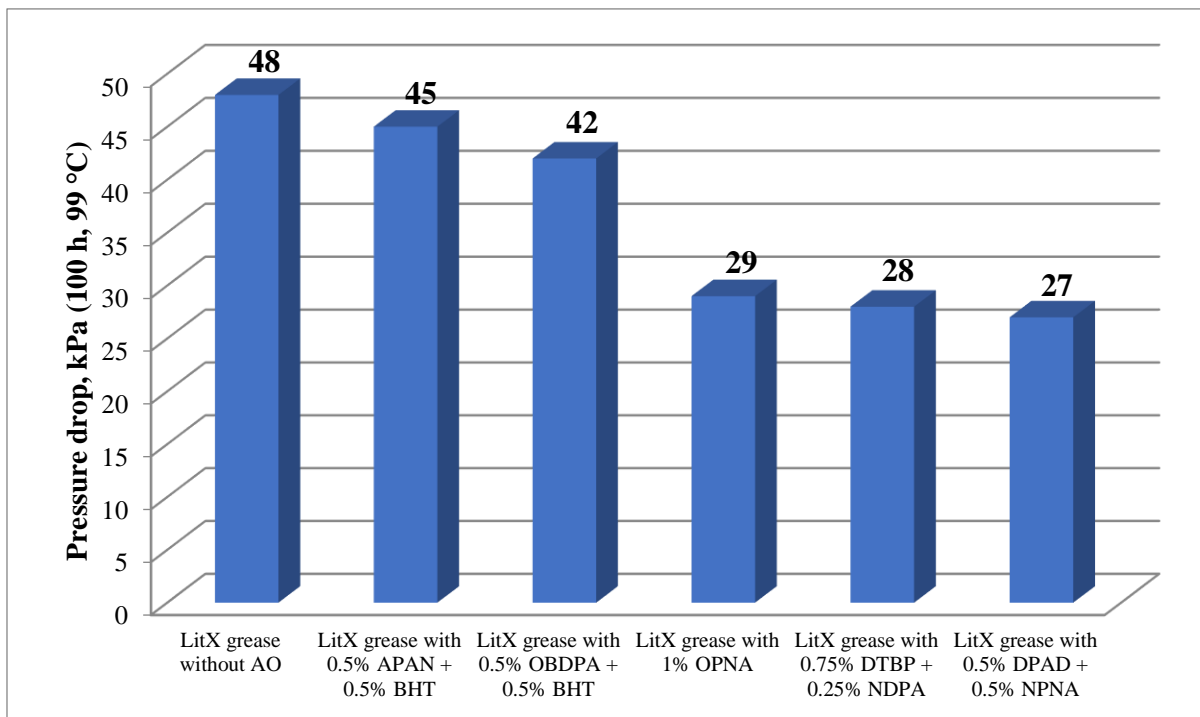


Figure 3. 100-hour oxidation stability test results of the grease samples

400-hour test results of the grease samples are given in Figure 4. According to these results, the lithium complex grease without antioxidants did not improve the oxidation stability in the long term. Antioxidants have significantly improved the oxidation stability of the grease; however, the phenolic antioxidant BHT showed the weakest performance in the formulations where it was included. The best result was still obtained with the combination of 0.5% DPAD + 0.5% NPNA.

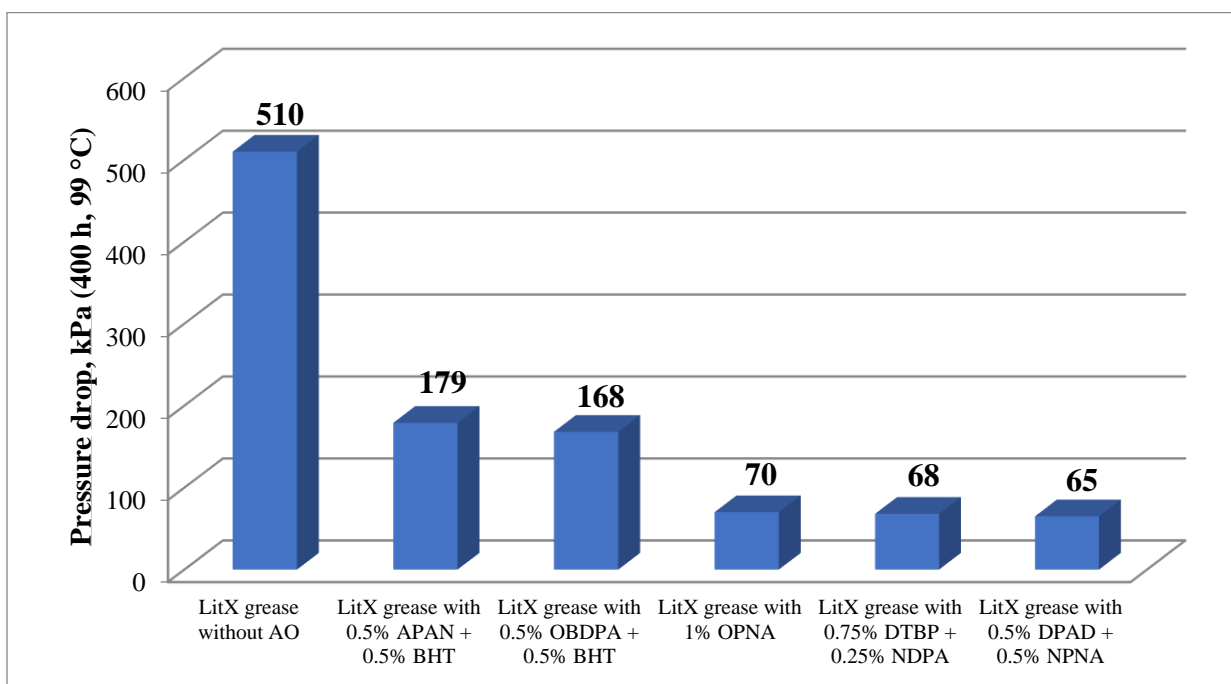


Figure 4. 400-hour oxidation stability test results of the grease samples

Figures 5 and 6 show the 100 and 400-hour oxidation stability test results of grease samples. To investigate the effects of aminic and phenolic ratios, the aminic ratio was increased in the oxidation test using a combination of 0.25% DTBP and 0.75% NDPA. The results indicated that increasing the aminic antioxidant content did not improve the oxidation stability. On the other hand, a higher phenolic content gave good results, as demonstrated by a pressure drop of 28 kPa.

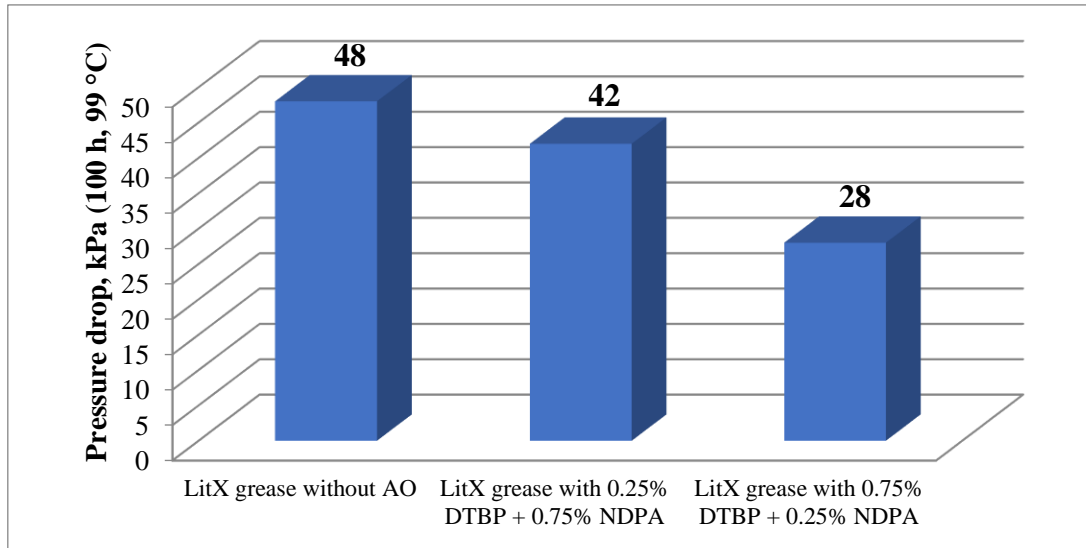


Figure 5. 100-hour oxidation stability test results of grease samples with different aminic and phenolic ratio.

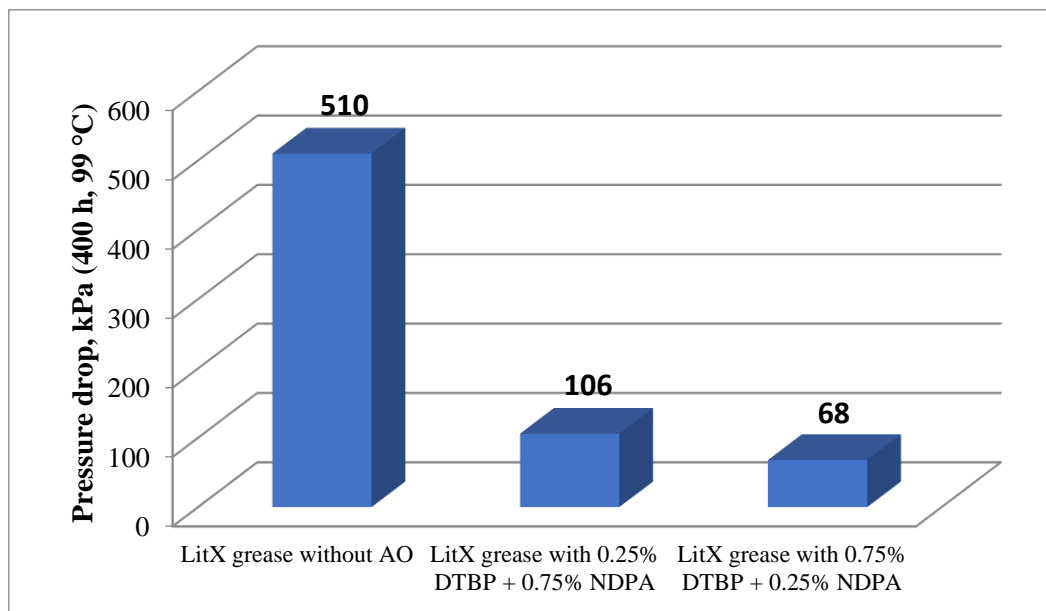


Figure 6. 400-hour oxidation stability test results of grease samples with different aminic and phenolic ratio.

Figure 7 shows the appearance of the grease samples before and after the oxidation stability test. The grease without antioxidants significantly darkens and shows signs of oxidation. This condition negatively affects the grease's service life and performance.

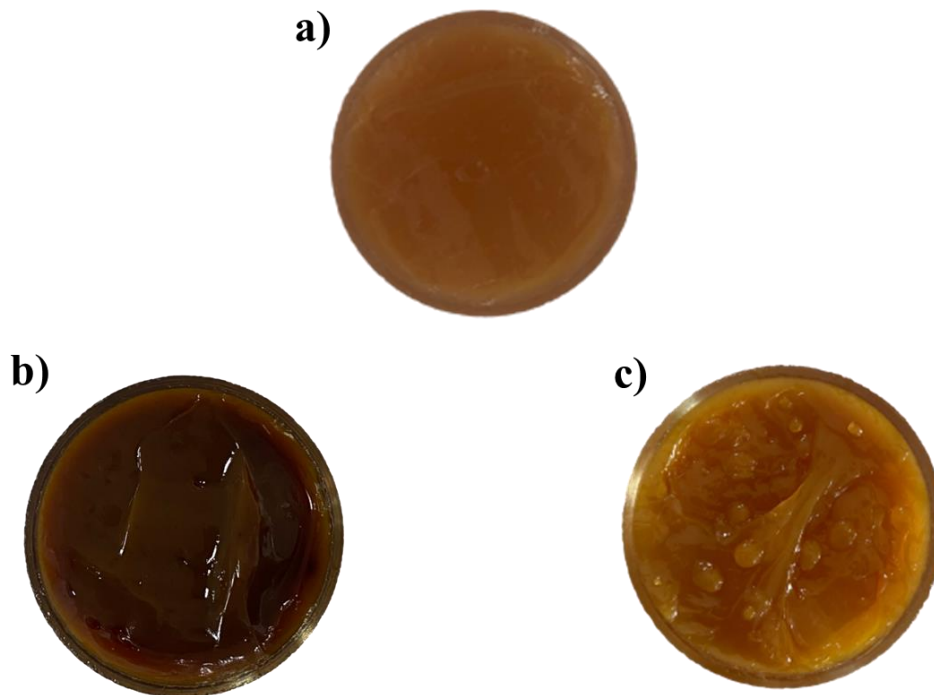


Figure 7. Appearance of the grease samples a) before oxidation stability test, b) without AO after and c) with AO after oxidation stability test

CONCLUSION

Consequence, different antioxidant additives were added to LitX grease, produced with 100 cSt synthetic base oils, to investigate their oxidation stability. All additives used at 1% commercially improved the oxidation stability of the grease, although not all had the same effect. Also, the phenolic antioxidant BHT showed the weakest performance due to its limited ability to increase grease stability under oxidative conditions when included in the formulation. On the other hand, the combination of 0.5% DPAD and 0.5% NPNA delivered the most significant improvement in oxidation stability, demonstrating a synergistic effect. Furthermore, the study with the 0.25% DTBP and 0.75% NDPA formulation demonstrate that increasing the aminic ratio did not improve oxidation stability.

In addition, the appearance of grease samples before and after the oxidation stability test highlighted the visual impact of oxidation. The grease without antioxidants significantly darkened and exhibited clear signs of oxidation. This degradation not only reduces the grease's aesthetic quality but also has a detrimental effect on its service life and overall performance.

These findings provide valuable insights into the role of antioxidant additives in grease formulations and emphasize the need for a balanced and optimized approach in selecting additive types and concentrations. Building on these results, future research will focus on examining the effects of different additive ratios in greater detail to further improve the oxidation stability of greases.

REFERENCES

- [1]. Booser, E.R. *Tribology Data Handbook: An Excellent Friction, Lubrication, and Wear Resource*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2010.
- [2]. Cousseau, T., Graça, B., Campos, A., & Seabra, J. (2015). Grease aging effects on film formation under fully-flooded and starved lubrication. *Lubricants*, 3(2), 197-221.
- [3]. Goncalves, D., Graca, B., Campos, A. V., & Seabra, J. (2016). Film thickness and friction behaviour of thermally aged lubricating greases. *Tribology International*, 100, 231-241.
- [4]. Ito, H., Tomaru, M., & Suzuki, T. (1988). Physical and chemical aspects of grease deterioration in sealed ball bearings. *Lubrication engineering*, 44(10), 872-879.
- [5]. Kasar, A. K., Baluyut, R., Diamzon, J. C., Lester, M., Milani, R., Ramirez, G., & Menezes, P. L. (2023). Environmentally friendly grease. In *Multifunctional Bio-Based Lubricants: Synthesis, properties and applications* (pp. 1-8). Bristol, UK: IOP Publishing.
- [6]. Lugt, P.M. *Grease Lubrication in Rolling Bearings*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2012.
- [7]. Naidu, S., Klaus, E., & Duda, J. (1986). Kinetic model for high-temperature oxidation of lubricants. *Industrial & engineering chemistry product research and development*, 25(4), 596-603.
- [8]. Reyes-Gavilan, J. (2004). Evaluation of the thermo-oxidative characteristics of greases by pressurized differential scanning calorimetry. In *NLGI Spokesman-Including NLGI Annual Meeting-National Lubricating Grease Institute* (Vol. 67, No. 11, pp. 20-27). [Kansas City, Mo.] National Lubricating Grease Institute.
- [9]. Rezasoltani, A., & Khonsari, M. M. (2016). On monitoring physical and chemical degradation and life estimation models for lubricating greases. *Lubricants*, 4(3), 34.
- [10]. Rohrbach, P., Hamblin, P. C., & Ribeaud, M. (2005). Benefits of antioxidants in lubricants and greases assessed by pressurised differential scanning calorimetry. *Tribotest*, 11(3), 233-246.
- [11]. Sharma, B. K., Adhvaryu, A., Perez, J. M., & Erhan, S. Z. (2006). Biobased grease with improved oxidation performance for industrial application. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7594-7599.

EFFECTS OF NATURAL/SYNTHETIC GRAPHITES USED IN HOT FORGING PROCESSES ON LUBRICANT PERFORMANCE

BURAK KÖKSAL¹, HANİFE GÜLEN TOM², EBRU ERDOĞAN³

¹ Belgin Oil, R&D Center, burak.koksal@belginoil.com- 0000-0001-5208-6625

² Belgin Oil, R&D Center, hanife.gulen@belginoil.com- 0000-0003-4599-5403

³ Belgin Oil, R&D Center, ebru.erdogan@belginoil.com- 0000-0003-2710-0899

ABSTRACT

Hot forging is a process used to produce materials with high strength, durability and improved mechanical properties in various manufacturing processes. Hot forging is used in many sectors such as aviation, oil/gas, construction, agriculture, tool and equipment manufacturing, especially the automotive industry. In these processes, various lubricants are used to extend tool life, improve surface quality, control temperature and increase formability, thus ensuring the efficiency, quality and reliability of hot forging processes. The use of graphite-containing additives in these lubricants has significant effects on the performance of the lubricants. Graphite-containing additives increase the load-carrying capacity of the lubricants and minimize wear between metals. High thermal stability and lubricity are one of the most important parameters for the lubricant to perform effectively under high loads. In this study, the effects of synthetic and natural graphite-containing additives on lubricant performance were observed. The extreme pressure resistance and anti-wear properties of the base oil and the additives used in different proportions were determined by a 4-ball tester. As a result of the study, it was determined that among the formulations prepared to be used in hot forging processes, formulations containing natural graphite had higher extreme pressure performance and lower wear protection properties than synthetic graphite.

Key Words: Graphite, Lubricant, load-carrying, anti-wear

1. INTRODUCTION

Automotive, aerospace and construction are the sectors that play quite important role in the development of the industrialization and contribution of the global economy [1]. Hot forging is one of the essential processes in these industries. Forging process provide to withstand of materials to high stress, wear, and harsh environmental conditions [2]. Besides improvement of the mechanical properties of the metal, complex shapes and designs can be also obtained by hot forging process that are crucial for the functionality of the final product. In this process, metal

workpiece is shaped at elevated temperatures. In general, the metal is heated to a temperature ranging from 700°C to 1250°C depending on the type of metal. The heated metal is then placed in a mold and shaped with forging press or hammer [3, 4]. Lubricants should be used for the achievement of the separation successfully. When the material does not separate easily from the mold, material residue can remain on the mold surface and it creates quality problems on the part surface. These problems have a negative effect on the production efficiency. Furthermore, as result of high operation temperatures, formation of friction between the mold and the workpiece is extremely high [5]. On the other hand, lubricants create a protective barrier between the tool and the workpiece, thereby extending the life of the tooling and reducing the frequency of tool changes [6, 7]. In this regard, high production efficiency can be obtained by using lubricants.

Lubricants mainly consist of the base oils. Nevertheless, in the lubricant formulation base oils are combined with various additives to obtain meet the desired performance criteria. Esters is one of the mostly used components in the lubricant formulation due to their superior thermal stability, biodegradability, and lubricity [8]. Graphite is another promising additive for the hot forging lubricant formulation since its good chemical resistance and to high temperatures and excellent lubricity properties. Graphites are classified as natural graphite and synthetic graphite. Utilization of graphites in the lubricant formulation is advantageous for the improvement of the extreme pressure (EP) and antiwear (AW) properties [9]. However, better performance can be achieved with synthetic graphites due to their purity and controlled structure. Natural graphites, on the other hand, affect both EP and AW due to their rougher structure. Although there are many studies with graphite based lubricant formulation in the literature, there is no detailed comparison for the natural and synthetic graphites. In this regard, comparison of extreme pressure and antiwear properties of the synthetic and natural graphites in the lubricant formulation can provide a valuable contribution to the literature.

In this study, it is aimed that investigation the effects of the synthetic and natural graphite in the lubricant formulation on the anti-wear and extreme pressure performance using a four-ball test device. Furthermore, different graphite amount was studied for the determination of the optimum graphite quantity in the formulation.

2. METHOD

Group I base oils are a category of mineral base oils used in the production of lubricants. They are derived from crude oil through a refining process that involves solvent extraction. As lubricant standards have evolved, Group I oils have been largely replaced by Group II and III oils in many applications due to better performance characteristics. Table 1 displays the general technical specifications of Group I base oils.

Table 1. Technical Specifications of Group I- Base Oil

Properties	Group I Base Oil	Method
Density (g/ml, 15°C)	0,9054	ASTM D 1298
Kinematic viscosity (40°C, cSt)	550,48	ASTM D 445

Kinematic viscosity (100°C, cSt)	32,78	ASTM D 445
Viscosity Index	92	ASTM D 2270
Flash Point (°C)	314	ASTM D 92
Pour Point (°C)	-9	ASTM D 97
Colour	5,0	ASTM D 1500
TAN (mg KOH/g)	0,032	ASTM D 974

Group I paraffinic base oil and 10% fatty acid ester mixture were used as the base in the preparation of the lubricant formulations. Both synthetic and natural graphite were used in different proportions. The formulas of the compounds used are given in Table 2.

Table 2. Prepared Formulations

Product	Additives
Pr.1	Group I paraffinic base oil + (10%) Fatty Acid Esters + (10%) Synthetic Graphite
Pr.2	Group I paraffinic base oil + (10%) Fatty Acid Esters + (15%) Synthetic Graphite
Pr.3	Group I paraffinic base oil + (10%) Fatty Acid Esters + (20%) Synthetic Graphite
Pr.4	Group I paraffinic base oil + (10%) Fatty Acid Esters + (10%) Natural Graphite
Pr.5	Group I paraffinic base oil + (10%) Fatty Acid Esters + (15%) Natural Graphite
Pr.6	Group I paraffinic base oil + (10%) Fatty Acid Esters + (20%) Natural Graphite

Four Ball Tester

A common technique for assessing the lubricating abilities of oils and lubricants is the 4-ball test. To test friction and wear characteristics, four steel balls are subjected to rolling contact under controlled circumstances. In this test, 3 fixed balls are put in a complex arrangement while 1 ball rotates under force. Lubricated balls are tested in the four-ball test apparatus, and the wear on the balls is measured under the test procedures laid out in the ASTM D 2783 (Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Fluids (Four-Ball Method)) and ASTM D 4172 (Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid (Four-Ball Method)) standards. The test parameters depicted in Table 3 and 4 are used to measure Load-carrying capacity and anti-wear capabilities.

Table 3. Test Parameters of ASTM D 2783 Test Method

Test Parameters	Test Conditions
Speed	1760±40 rpm
Temperature	18-35 °C
Max. Load	800 kgf
Time	10 ± 0,2 sn
Ball Type	ANSI-E-52100 Steel-12,7mm

Table 4. Test Parameters of ASTM D 4172 Test Method

Test Parameters	Test Conditions
Speed	1200±60 rpm
Temperature	75 ± 2 °C
Max. Load	40 kg
Time	60 ± 1 dk
Ball Type	ANSI-E-52100 Steel-12,7mm

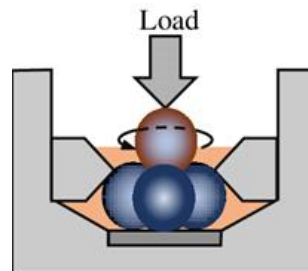


Figure 1. Scheme of Four Ball Test

3D Microscope

3D microscopy is a measurement process used to determine properties such as depth, width, length, area and volume of metal surfaces in x, y, z coordinates. 3D image capture or separation of details is possible thanks to this device. With the 3D microscope device, a two-ended image can be obtained, showing the depths in different colors with the original 3D color image.



Figure 2. 3D microscope

3. RESULTS AND EVALUATION

Performance measurements of the formulations prepared with synthetic and natural graphite additives were performed using 4-ball tester and ASTM D 2783 (Table 5) and ASTM D 4172 method was used to determine wear properties. 2D microscope measurements were taken in accordance with the ASTM D 4172 method and are given in Table 6.

- It was ascertained that when the %20 amount graphite was used in the formulation same EP behaviour was obtained for natural and synthetic graphite.
- It was found that synthetic graphite had better antiwear properties than natural graphite.

3.1. ASTM D 2783 (Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Fluids (Four-Ball Method))

Table 5. 4 Ball EP Test Results

Prescription	1	2	3	4	5	6
Load-carrying capacity (kgf)	200	250	400	250	315	400

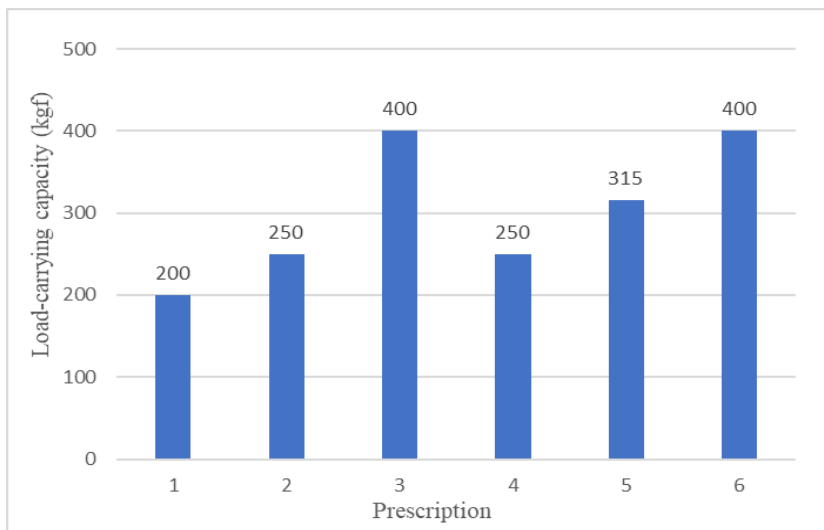
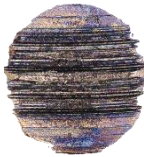


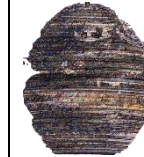
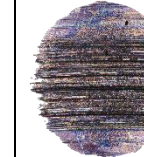
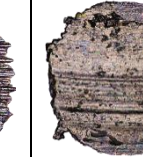


Figure 3. Graphic Diagram of Load-carrying capacity of Steel Balls

3.2. ASTM D 4172 (Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid (Four-Ball Method))

Table 6. 4Ball AW Test Results and 2D Microscope Images

Prescription	1	2	3	4	5	6
Image of the wear						
Wear Diameter (mm)	0,517	0,547	0,549	0,548	0,598	0,596

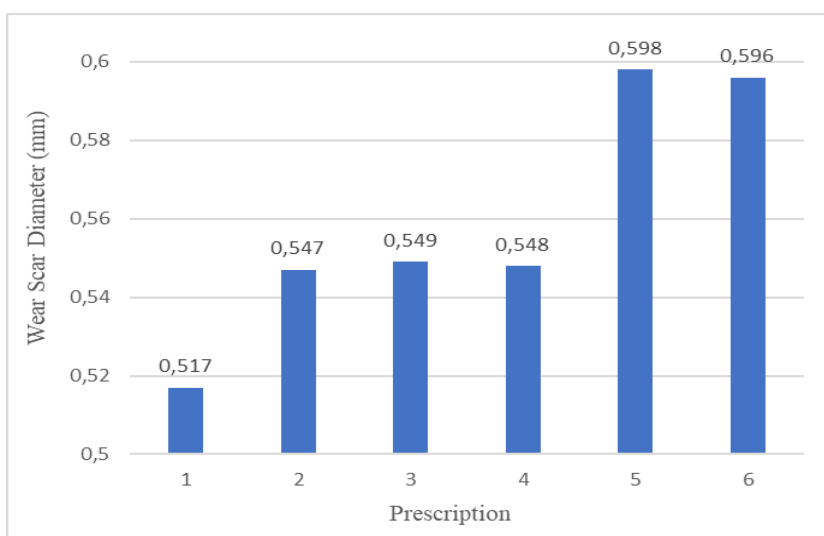


Figure 4. Graphic Diagram of Area Ratios of Steel Balls

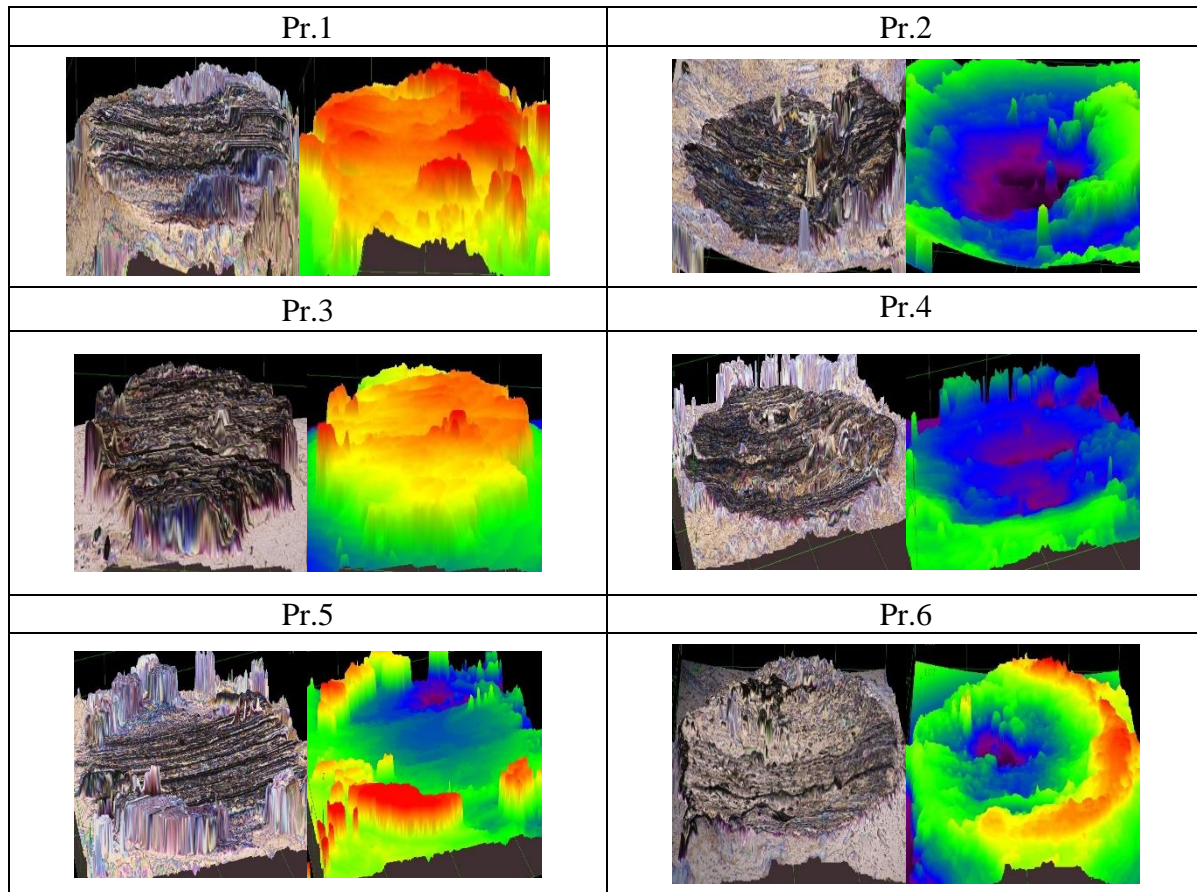


Figure 5. Surface Morphology Images of Steel Balls in 3D Microscope

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

Hot forging is one of the most used operations in the application of automotive, aerospace and construction industries. Utilization of lubricant in the hot forging is quite important to achieve high process efficiency. Natural and synthetic graphite can show significant effect on the lubricant performance. In this study, the following inferences was pursued by comparing the natural and synthetic graphite in the lubricant formulation.

- Synthetic graphite showed better anti-wear performance than natural graphite which is a consistent result with the literature. Lower anti-wear performance of the natural graphite can be attributed to the presence of the impurities in its structure.
- It was ascertained that natural graphite had slightly better extreme pressure properties than synthetic graphite, contrary to literature. Reason of this situation may be changing morphology of the graphite under extreme pressure condition.
- It was found that there was no obvious performance improvement in anti-wear performance with increasing the amount of the graphite in the formulation. On the other hand, it was attained that increasing amount of graphite from %10 to %20, extreme pressure properties enhanced significantly.
- Optimization of the formulation composition and selection of appropriate graphite type is quite important based on process condition for the achievement of cost-effective process and attainment of desired product quality.

REFERENCES

- [1] Saberi, B. The role of the automobile industry in the economy of developed countries, *International Robotics & Automation Journal*, 4, 3, 2018.
- [2] <https://www.teknovak.com/en/hot-forging-process-and-its-applications/>
(Erişim tarihi: 11.11.2024)
- [3] <https://bortec-group.com/glossary/steel-forging/>
(Erişim tarihi: 11.11.2024)
- [4] <https://www.generalkinematics.com/blog/cold-forging-vs-hot-forging/>
(Erişim tarihi: 11.11.2024)
- [5] Özel, T., Altan, T. Determination of workpiece flow stress and friction at the chip–tool contact for high-speed cutting, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 40, 1, 2000.
- [6] <https://interflon.com/importance-of-good-lubricants>
(Erişim tarihi: 11.11.2024)
- [7] Zhang, Y., Liuyang, L. I., Xin, C. U. I., Qinglong, A. N., Peiming, X. U., Wei, W. A. N. G., Changhe, L. I. Lubricant activity enhanced technologies for sustainable machining: mechanisms and processability, *Chinese Journal of Aeronautics*, 2024.
- [8] <https://www.machinerylubrication.com/Read/29703/synthetic-esters-perform>
(Erişim tarihi: 11.11.2024)
- [9] Huai, W., Zhang, C., & Wen, S. (2021). Graphite-based solid lubricant for high-temperature lubrication. *Friction*, 9, 1660-1672.

ALÜMİNA (AL₂O₃) KÖPÜKLERDE GÖZENEK BOYUTU VE DAĞILIMININ ELASTİK MODÜLE ETKİSİ

Arş. Gör. Berkay GÜLTEKİN¹, Dr. Öğr. Üyesi Cengiz Görkem DENGİZ^{*2},

Prof. Dr. Mevlüt GÜRBÜZ³

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, berkay.gultekin@omu.edu.tr- 0009-0007-4768-7208

^{*2} Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, gorkem.dengiz@omu.edu.tr- 0000-0003-1308-3223

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, mgurbuz@omu.edu.tr- 0000-0003-2365-5918

ÖZET

Alümina otomotiv, havacılık, savunma ve biyomedikal gibi birçok stratejik alanda yaygın kullanılan ileri teknoloji seramiklerinden biridir. Alüminanın malzeme özellikleri arasında yüksek aşınma, sertlik ve korozyon direnci gibi çeşitli özellikler gösterilebilir. Kesici uçlar, tıbbi uygulama olarak diş implantlarında ve elektrik yalıtım parçaları gibi kritik alanlarda kullanıldıkları için, alüminanın mekanik özellikleri ve yapısal dayanıklılığı büyük önem taşımaktadır. Alümina köpük formda üretildiğinde ısı yalıtımı, yangın geciktirme, ses yalıtımı, katalizör, biyomedikal vb. birçok uygulamada kullanım alanı bulmaktadır. Bu köpük malzemelerin deneysel çalışma öncesi gözenek miktarına bağlı olarak mekanik özelliklerinin önceden modellenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada rastgele dağılmış farklı boyutta gözenek içeren köpük malzemenin elastik modülünde meydana gelen değişim Abaqus sonlu elemanlar yazılımında incelenmiştir. 0,15, 0,25 ve 0,35 mm boyutunda gözenek içeren 2x2 mm² ölçülerinde iki boyutlu modeller %15, %20 ve %25 gözeneklilik oranlarında modellenmiştir. Bir kenarından sabitlenen modellere diğer kenarından 0.05 şekil değiştirme uygulanmıştır. Çalışmada gözenek dağılımının rastgele oluşturulması için bir algoritma yazılmıştır. Algoritma her çalıştırma için aynı gözenek oranlarında dahi farklı dağılımlar oluşturarak stokastik sonuç üretmektedir. Yapılan çalışma sonucunda 0,35 mm gözenek çapında %25 gözenek içeren model için elastik modül %61 oranında azalmıştır. Bununla birlikte gözenek çapı 0,15 mm'den 0,25 mm'ye çıkarıldığında gözeneklilik oranı sabit kalmak şartıyla elastik modül değerinin %0,87 azaldığı görülmüştür. Ayrıca delik çapı sabit iken gözeneklilik oranı arttığında elastik modül değerinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak elastik modül değerinin gözenek dağılımına, büyüklüğüne ve yoğunluğa bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gözenekli malzeme, seramik köpük, alümina, elastik modül, sonlu elemanlar

EFFECT OF PORE SIZE AND DISTRIBUTION ON THE ELASTIC MODULUS OF ALUMINA (AL₂O₃) FOAMS

ABSTRACT

Alumina is one of the advanced technology ceramics widely used in many strategic areas such as automotive, aerospace, defense and biomedical. Among the material properties of alumina, various features such as high wear, hardness and corrosion resistance can be shown. Since they are used in critical areas such as cutting tools, dental implants as medical applications and electrical insulation parts, the mechanical properties and structural durability of alumina are of great importance. When alumina is produced in foam form, it finds applications in many areas such as thermal insulation, fire retardancy, sound insulation, catalysts, and biomedical applications. It is very important to model the mechanical properties of these foam materials in advance depending on the amount of porosity before the experimental study. In this study, the variation in the elastic modulus of foam material with randomly distributed pores of different sizes was investigated using the Abaqus finite element software. Two-dimensional models with dimensions of 2x2 mm², containing pores of sizes 0,15, 0,25, and 0,35 mm, were modeled at porosity levels of %15, %20, and %25. A deformation of 0,05 was applied to the models, which were fixed at one edge. In the study, an algorithm was written to randomly generate the pore distribution. The algorithm produces stochastic results by creating different distributions even at the same pore ratios for each run. As a result of the study, the elastic modulus decreased by %61 for the model containing %25 porosity with a pore diameter of 0,35 mm. However, when the pore diameter was increased from 0,15 mm to 0,25 mm, it was observed that the elastic modulus value decreased by %0,87, provided that the porosity ratio remained constant. In addition, it was concluded that the elastic modulus value decreased when the porosity ratio increased while the pore diameter was constant. As a result, it was determined that the elastic modulus value changed depending on the pore distribution, size and density.

Keywords: Porous material, ceramic foam, alumina, elastic modulus, finite elements

1. GİRİŞ

Alümina, ileri teknoloji seramiklerinde en yaygın kullanılan malzemelerden biridir. Yüksek mukavemeti ve erime sıcaklığı ile düşük elektrik iletkenliği sayesinde, elektrik yalıtkanları, kesici uçlar ve ısı motorları gibi çeşitli uygulamalarda tercih edilmektedir (Eserci, 2007). Son elli yılda ticari üretim ve sanayi kullanımında büyük ilerlemeler kaydeden alümina (Al₂O₃), yüksek sıcaklık fırınları, yüksek sıcaklık potaları, refrakter fırın tüpleri, yatak malzemeleri, kesici takımlar, hava taşıtları imalatında ve elektronik endüstrisinde yaygın olarak yer almaktadır. Balistik zırh, makine parçaları, elektronik parçalar ve yarı iletken parçalarda da kullanımı mevcuttur. Ayrıca seramik rulmanlar, su vanası diski ve seramik conta gibi aşınmaya dayanıklı malzemelerin imalatında kullanılmaktadır. Alümina, düşük sıcaklıklarda kimyasal maddelere ve mekanik zorlamalara karşı en dayanıklı refrakter malzemelerden biridir ve ergime sıcaklığı 2000°C (±30 °C) civarındadır (Engin, 2007). Gözenekli malzemeler; izolasyon, yalıtım, filtrasyon, biyomedikal uygulamalar, inşaat, hava temizleme sistemleri, su arıtma ve spor ekipmanlarında kullanılmaktadır.

Literatürde alümina köpük malzemelerle ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Asmani ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, sinterlenmiş alüminanın gözeneklilik seviyesinin Young modülü ve Poisson oranına olan etkisini belirlemek için 10 MHz ve 5 MHz frekanstaki ultrasonik dalgaları kullanmışlardır. Bu ultrasonik dalgalar vasıtası ile elastik modülü ve Poisson oranını ölçmüşlerdir. Young modülünün gözeneklilik miktarı arttıkça doğrusal bir şekilde azaldığını gözlemlemişlerdir (Asmani, Kermel, Leriche ve Ourak, 2001). Song ve arkadaşları yaptıkları çalışmada çeşitli gözenek boyutlarına sahip alümina seramiğin dinamik hasar davranışını ve basınç mekanik özelliklerini yüksek sıcaklıkta incelemişlerdir. Ortalama gözenek boyutları 5 µm, 20 µm ve 60 µm olan üç farklı alümina seramiği %45 gözeneklilik oranı sabit olarak elde etmişlerdir. Elde ettikleri bu numunelere basma testi uygulamışlardır. Abaqus sonlu elemanlar yazılımında bu numunelerin modellerini oluşturup aynı basma testini tekrarlamışlar ve gerçekteki verilerle bu sonuçların örtüştüğünü belirlemişlerdir (Song, ve diğerleri, 2024). Parnas ve arkadaşları yaptıkları çalışmada gözenekli kompozit yapılarda hasarın doğru tahminine yönelik sonuçları araştırmışlardır. Gözenekli kompozit malzemeleri analiz etmek için geliştirdikleri sonlu elemanlar modelini kullanarak tabaka ayrılmasını (delaminasyonu) dikkate alan ve almayan iki farklı sonlu elemanlar modeli oluşturmuşlar, kupon ve çatlak ilerleme testlerinin sonuçlarıyla sonlu elemanlar analiziyle elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır. Gerçekçi bir simülasyon elde etmek için ilerlemeli hasar analizi yapmışlardır (Parnas, Erartsın, Atar ve Tursun, 2015). Wang yaptığı çalışmada, gözenekli alüminanın dinamik elastik modülünü ses hızı tekniğiyle ölçmüştür. Statik elastik modülünü ise 3 noktalı eğme testiyle belirlemiştir. 100 serisi ve 300 serisi alümina tozu kullanmıştır. 100 serisinin tozu küresel, 300 serisinin tozu ise yumurta şeklindedir. 100 serisi 5-10 µm, 300 serisi ise 5-15 µm aralığında tanecik boyutuna sahiptir. Yaptığı çalışmanın sonucunda yüksek gözeneklilik oranında (%40) eğme testi ile bulunduğu elastik modül, ses hızı tekniğiyle bulunduğu elastik modülden küçük olmaktadır. Ayrıca düşük yoğunluklu 300 serisi malzemenin iskelet yapısı daha gelişmiş olduğu için yüksek elastik modüle sahip olduğu sonucuna varmıştır (Wang, 1984). Bekar yaptığı çalışmada, 7075 alüminyum ve alümina küreleri kullanarak mekanik infiltrasyon yöntemiyle metal matrisli sintaktik köpükleri üretmiştir. Bu yöntemi kullanırken tüm malzemeleri 800 °C'ye kadar ısıtmıştır. Isıtma işlemi sayesinde ergimiş metalin alümina tanecikleri arasına temas etme oranını artmıştır. Üretim işleminden sonra numunelere T6 ısıl işlemi uygulamıştır. T6 ısıl işleminin numunelerin basma dayanımını artırdığı sonucuna varmıştır. Ayrıca elde ettiği gerilim-gerinim grafiğinden hesapladığı enerji absorbe etme yeteneği ısıl işlem uygulanmış numunelerde artmıştır. Çalışmanın sonucunda alümina takviyeli malzemenin mekanik özelliklerinin ısıl işlemlerle iyileştirilebileceği sonucuna varılmıştır (Bekar, 2019).

Günümüzde köpük uygulamalarında köpük dağılımı, boyutu ve miktarı gibi faktörlere bağlı olarak köpüğün mekanik özelliklerinin tanımlanması ve yükleme sırasındaki davranışlarının tahmin edilmesi oldukça önemlidir. Aksi halde bütün parametreler dikkate alındığında çok fazla deney yapmaya ihtiyaç olup bu hem zaman hem de hammadde kullanımından dolayı maliyetlidir. Bu nedenle köpük malzemelerin modellenmesiyle deneysel çalışmalar öncesinde köpük boyutu, şekli ve dağılımı gibi parametreleri dikkate alarak yükleme ve karşılık gelen

deformasyonlar arasındaki fonksiyonel ilişkiler, malzeme özelliklerinin modellenmesiyle açıklanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada rastgele dağılmış farklı boyutta gözenek içeren alümina levhanın belirli bir yer değiştirme sonucunda elastik modülünde meydana gelen değişim Abaqus sonlu elemanlar yazılımında incelenmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilmesiyle deney yapmak için gereken numune üretim süreci, mekanik testler gibi uygulamalar yapılmadan sonlu elemanlar yazılımında istenilen sonuç elde edilmiş olmaktadır.

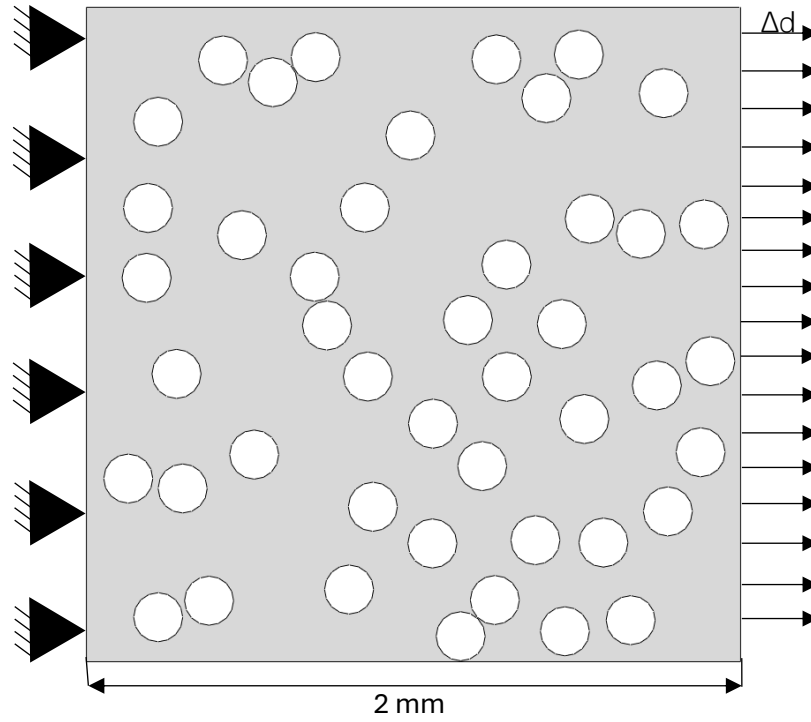
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Alümina düşük yoğunluğa sahip olduğu için birçok endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Uçak ve otomotiv sanayi buna örnek verilebilmektedir. Bu malzemenin sıcaklığa dayanımı yüksek olduğu için refrakter malzemelerde kullanılabilir. Alümina bu özelliğinden dolayı metal döküm işleminde ocakların iç yapılarında ve termal santrallerde yüksek sıcaklığa maruz kalan bölgelerde kullanılmaktadır. Yüksek aşınma direnci, elektrik yalıtımı, düşük termal genleşme katsayısı ve kimyasal direnci yüksek olan alümina, çalışmada malzeme olarak seçilmiştir. Oluşturulan kare plakalara malzeme tanımlaması Çizelge 1'deki yüksek yoğunluklu (99.5%) alümina malzeme özellikleri kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Al₂O₃ malzeme özellikleri

Yoğunluk	3.89 g/cm ³
Elastik Modül	340000 MPa
Poisson Oranı	0.245
Kayma Modülü	152 GPa
Eğme Mukavemeti	380 MPa
Basma Mukavemeti	2600 MPa
Kırılma Tokluğu	4 MPa•m ^{1/2}
Termal İletkenlik	35 W/m ^{°K}

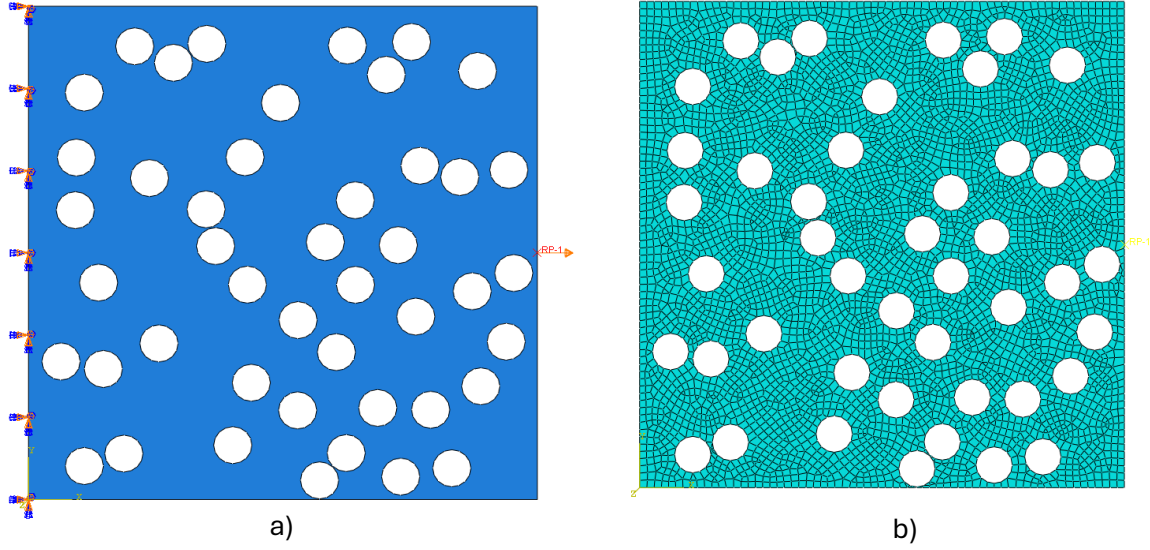
Bu çalışmada kullanılan modeller, yazılan Phyton algoritması sayesinde elde edilmiştir. Bu algoritmaya öncelikle oluşturulacak modelin boyutları ve gözenek çapları girilir. Diğer bir aşamada modelde istenilen gözeneklilik oranı algoritmaya girilir. Modelde olması gereken gözenek sayısı birbirleriyle çakışmayacak şekilde hesaplanır. Daha sonra kare plaka girilen boyutlarda çizilir. Son olarak rastgele üretilen x,y koordinatlarına hesaplanan gözenek sayısı kadar gözenek merkezleri atanır ve bulunduğu noktalardan kesilir. Böylece gözenekli model oluşturulmuş olur. Aynı işlemler Çizelge 2'deki kare plaka sayısı kadar tekrarlanarak modeller oluşturulur. Çalışma kapsamında Phyton algoritması yazılarak 2x2 mm² boyutunda gözenek çapları 0,15, 0,25 ve 0,35 mm olan kare plakalar elde edilmiştir. Ayrıca her bir gözenek çapı için %15, %20 ve %25 olacak şekilde kare plakalar oluşturulmuştur. Oluşturulan örnek bir plaka Görsel 1'de gösterilmektedir.



Görsel 1. 2x2 mm² boyutunda 0,15 mm delik çapı ve %20 gözeneklilik içeren plaka

Sınır koşulları tanımlamaları sol taraf ankastre mesnet olacak şekilde Görsel 2’de verildiği gibi yapılmıştır. Sağ taraftan ise Görsel 1’de gösterildiği gibi $\Delta d=0,1$ mm olacak şekilde yer değiştirme elastik sınırlar içinde uygulanmıştır. Yer değiştirme uygulamak için Görsel 2a’da görüldüğü gibi plakanın sağ tarafına referans noktası tanımlanmış ve yer değiştirme bu noktadan uygulanmıştır. Yapılan sınır tanımlamaları Görsel 2a’da gösterilmektedir. Tüm analizler bu sınır koşulları altında yapılmıştır.

Mesh işlemi için yapılan denemeler sonucunda 0,03 mm uygun bir mesh boyutu olarak seçilmiştir. Görsel 2b’de 0,15 mm gözenek çapında ve %20 gözeneklilik içeren model 4474 elemana ve 4798 adet düğüm noktasına sahiptir. Eleman tipi olarak 4 düğümlü çift doğrusal düzlem içeren gerilim dörtgeni (CPS4) kullanılmıştır. Bu eleman tipi diğer eleman tiplerine kıyasla dört kenarlı olup daha az sayıda düğüm noktası içermektedir ve daha az eleman sayısı ile daha doğru bir sonuç sağlamaktadır.



Görsel 2. a) Sınır koşulları tanımlamaları, b) Mesh işlemi sonrası model görünümü

Yapılan analiz sonucunda reaksiyon kuvveti elde edilmiştir. Elde edilen reaksiyon kuvvetiyle gözenekli kare plakanın elastik modülü hesaplanmıştır. Hesaplanan bu elastik modül gözeneksiz kare plakanın elastik modülüyle karşılaştırılmıştır. Açıklanan bu aşamalar Çizelge 2'deki analiz için gereken tüm kare plakalara uygulanmıştır.

Ayrıca her bir kare plakayı oluşturan Phyton algoritması rastgele gözenek dağılımının elastik modüle etkisini belirlemek amacıyla aynı gözenek boyutunda ve oranında 3 kere çalıştırılarak toplam 27 adet kare plakanın analizi yapılmıştır. Gözeneklerin rastgele dağılması deformasyon sonucunda malzemenin yük taşıma kapasitesini ve stres dağılımını değiştirebileceği için önemlidir.

Çizelge 2. Analiz için gereken kare plakalar

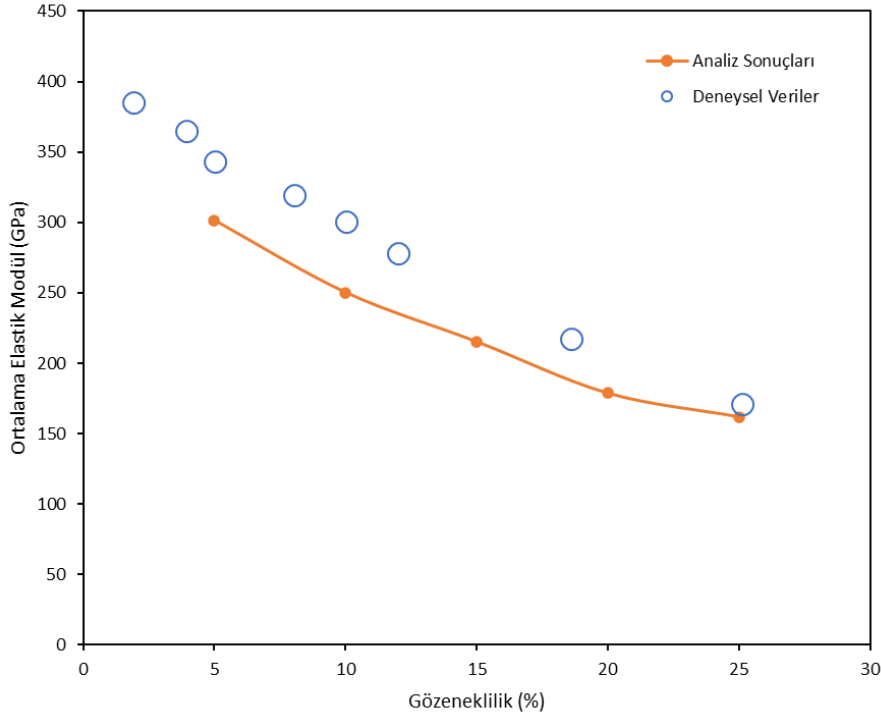
Delik Çapı (mm)	Gözeneklilik (%)	Kare Plaka No
0,15	15	1
	20	2
	25	3
0,25	15	4
	20	5
	25	6
0,35	15	7
	20	8
	25	9

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada Çizelge 2’de gösterilen kare plakaların her birinden üçer adet olacak şekilde, Phyton algoritması kullanılarak kare plakalar oluşturulmuştur. Elde edilen tüm kare plakalara sol taraftan ankastre mesnet olacak şekilde Görsel 2a’daki gibi sınır koşulu tanımlanmıştır. Modelin sağ tarafından ise elastik sınırlar içerisinde +x yönünde 0,1 mm yer değiştirme uygulanarak, bulunan reaksiyon kuvvetiyle her bir gözenekli kare plakanın elastik modülleri hesaplanmıştır. Phyton algoritması kullanılarak aynı gözenek boyutu ve gözeneklilik oranında üretilen modellerin, elastik modüllerinin ortalaması alınarak Çizelge 3’e kaydedilmiştir.

Çizelge 3. Hesaplanan elastik modüller

Delik Çapı (mm)	Gözeneklilik (%)	Elastik Modül Ortalama (GPa)
0,15	15	217,1
0,15	20	181,5
0,15	25	159,1
0,25	15	215,2
0,25	20	178,8
0,25	25	161,8
0,35	15	214,6
0,35	20	184,0
0,35	25	133,7



Görsel 3. Gözeneklilik yüzdesine göre elastik modüldeki değişimler

Çizelge 3'e bakıldığında gözeneklilik yüzdesi aynı kalırken delik çapı arttırıldığında elastik modül değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Görsel 3'te ise 0,25 mm gözenek boyutuna sahip %5, %10, %15, %20 ve %25 gözeneklilik oranı içeren plakaların analiz sonuçlarının standart sapma sınırları içinde olduğu görülmektedir.

Al₂O₃ malzemesinden yapılan gözenekli plakanın elastik modülü, gözeneksiz malzemenin 340000 MPa olan değerine göre analizi yapılan bütün plakalarda düşük çıktığı gözlemlenmiştir. Gözenek çapı 0,15 mm olan plakalar arasından, %25 gözeneklilik oranı içeren modelde elastik modüldeki maksimum azalma %54 olarak gerçekleşmiştir. 0,25 mm gözenek çapı içeren plakalar arasında, elastik modüldeki en fazla düşüş %53 oranla %25 gözenek içeren plakada meydana gelmiştir. Gözenek boyutu 0,35 mm olan plakalar arasında ise elastik modüldeki en fazla azalma %61 oranı ile %25 gözenek içeren modelde elde edilmiştir. Çizelge 3'e göre elastik modüldeki maksimum düşüş %61 oranı ile 0,35 mm çapında %25 gözenek içeren plakada gözlemlenmiştir. Minimum düşüş ise %37 oranı ile 0,15 mm çapında %15 oranında gözenek içeren plakada elde edilmiştir. Literatürde Asmani vd. yaptığı çalışmada, alümina köpüğün deneysel verilerle elde edilen grafiğine göre %25 gözeneklilik oranı içeren numunenin yaklaşık 170 GPa olarak elastik modülünün belirlendiği ve bu değer için yapılan çalışmadaki 0,25 mm gözenek çapında %25 gözenek oranı içeren modelin sonucuyla örtüştüğü Görsel 3'te görülmektedir (Asmani, Kermel, Leriche ve Ourak, 2001). Ayrıca Görsel 3'te verilen deneysel veriler ile %5-%25 gözeneklilik oranları arasında kalan doğrunun eğimi ve doğrultusunun uyuşması çalışmanın doğrulanması açısından önemlidir. Malzemeye gözenek eklenmesi gerilmenin birim uzamaya oranını önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu gözenekli malzemelerde dayanım düşmesine sebep olmaktadır. Ancak malzemelere önemli ölçüde hafiflik sağlamaktadır.

Ayrıca kullanılan Python algoritmalarını aynı gözenek boyutu ve gözeneklilik oranı içeren plakalar için 3 kere çalıştırılarak modeller elde edilmiştir. Algoritma ile üretilen aynı gözenek boyutu ve gözeneklilik oranı içeren modellere yapılan analizler sonucunda, elastik modül değerlerinin birbirlerinden farklı çıktığı görülmüştür. Bu elastik modüllerin ortalaması alınarak Çizelge 3'e kaydedilmiştir. Aynı gözenek boyutu ve gözeneklilik oranında 3 kare plaka oluşturulması rastgele gözenek dağılımının elastik modüle etkisini belirleyip stokastik sonuçlar üretmek amacıyla yapılmıştır. Gözeneklerin rastgele dağılması deformasyon sonucunda malzemenin yük taşıma kapasitesini ve stres dağılımını değiştirebileceği için dikkate alınması gereken bir faktördür.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada 0,15, 0,25 ve 0,35 mm gözenek boyutlarında 2x2 mm kare plakalar oluşturulmuştur. Her bir gözenek boyutu için %15, %20 ve %25 gözeneklilik oranı içeren kare plakalar modellenmiştir. Ayrıca Python algoritması kullanılarak aynı gözenek boyutu ve aynı gözeneklilik oranında 3 adet model üretilmiştir. Bu işlemin yapılmasının amacı rastgele gözenek dağılımının elastik modüle etkisini incelemektir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Elastik modüldeki maksimum düşüş %61 oranı ile 0,35 mm çapında %25 gözenek içeren plakada gözlemlenmiştir.
- Elastik modüldeki minimum düşüş ise %37 oranı ile 0,15 mm çapında %15 oranında gözenek içeren plakada elde edilmiştir.
- Aynı gözenek boyutu ve gözeneklilik oranı içeren kare plakaların Phyton algoritmasıyla modellenip analizi sonrasında rastgele gözenek dağılımının hesaplanan elastik modül değerlerini değiştirdiği görülmüştür.
- 0,35 mm çapında gözenek içeren kare plakalar arasında, elastik modüldeki en fazla azalma %61 oranı ile %25 gözenek içeren modelde elde edilmiştir.
- Gözenek çapı 0,25 mm olan kare plakalar arasında, elastik modüldeki en fazla düşüş %53 oranla %25 gözenek içeren plakada meydana gelmiştir.
- 0,15 mm çapında gözenek içeren kare plakalar arasından, %25 gözeneklilik oranı içeren modelde elastik modüldeki maksimum azalma %54 olarak gerçekleşmiştir.

KAYNAKÇA

- Asmani, M., Kermel, C., Leriche, A., & Ourak, M. (2001). Influence of porosity on Young's modulus and Poisson's ratio in alumina ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, 1081-1086. doi:[https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(00\)00314-9](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(00)00314-9).
- Bekar, C. (2019). *Alümina takviyeli alüminyum matrisli sintaktik köpük malzemenin üretim karakterizasyonu ve mekanik özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme ve İmalat Lisansüstü Programı, İSTANBUL.
- Engin, Ç. (2007). *Değişik oranlarda SiC içeren alüminyum matrisli kompozitlerin birleştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eserci, D. (2007). *Alümina, zirkonya ve alümina-zirkonya kompozit malzeme üretimi, karakterizasyonu ve etkin difüzyon sabitinin bulunması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Parnas, K., Erartsın, O., Atar, M., & Tursun, G. (2015). Delikli kompozit yapıların sonlu elemanlar yöntemiyle analizi. *XIX. Ulusal Mekanik Kongresi*. Trabzon.
- Song, Z., Yu, C., Guo, D., Li, X., Zhang, H., & Deng, Y. (2024). High-temperature dynamic failure behavior and compressive mechanical properties of alumina porous ceramic with various pore sizes. *International Journal of Impact Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2024.105024>.
- Wang, J. C. (1984). Young's modulus of porous alumina with changing pore structure. *Journal of Materials Science*, 809-814. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00540452>

KOMBİNE MUTAGENEZ İLE ELDE EDİLEN PROTEAZ ÜRETİCİSİ MUTANT *BACILLUS* SP. ENZİMİNİN KARAKTERİZASYONU VE FARKLI ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDAKİ POTANSİYELİ

Dr. Tuna KARAYTUĞ¹ , Prof. Dr. Burhan ARIKAN²

¹Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, tunakaraytug@gmail.com
-ORCID ID: 0000-0002-1723-209X

²Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, arikan@cu.edu.tr-ORCID
ID: 0000-0003-2868-7265

Bu çalışmanın amacı, proteaz üreticisi doğal mezofilik *Bacillus* sp. suşunun proteaz aktivitesini kombine mutasyon uygulamaları (kimyasal ve fiziksel) ile geliştirmek, elde edilen en iyi proteaz üreticisi mutant suşun enziminin karakterizasyonunu yapmak ve bu enzimin potansiyel uygulamalarını değerlendirmektir. Öncelikle, proteaz üreticisi doğal suş, kimyasal mutajen olan Etil Metan Sülfonat (EMS)'a farklı süre ve konsantrasyonlarda maruz bırakılmıştır. 40 µL EMS'nin 75 dakika uygulanması sonucunda en iyi proteaz üreticisi mutant suş seçilmiştir. Ardından, seçilen mutant suş farklı sürelerde UV radyasyonuna maruz bırakılmıştır. 15 dakika UV uygulaması sonucunda, kontrole kıyasla enzim aktivitesinde 1.69 kat sağlamıştır. Proteaz enziminin kazein substratı ile reaksiyonu sonucunda hidroliz ürünleri olarak açığa çıkan amino asitler, HPLC analizi ile tespit edilmiştir. Enzim, optimum aktivitesini pH 10.0'da ve 40°C'de göstermiştir ve pH 8.0–11.0 aralığında aktivitesinin ortalama %89.39'unu korumuştur. 25–65°C sıcaklık aralığında, enzim başlangıç aktivitesinin ortalama %95'ini muhafaza etmiştir. Ancak 70–80°C sıcaklık aralığında, başlangıç aktivitesinin %80.66'sını kaybetmiştir. 2 mM TLCK varlığında enzim aktivitesinde %80.66 kayıp gözlemlenmiş; 5 mM PMSF, EDTA ve 1,10-fenantrolin varlığında ise sırasıyla %57.87, %58.9 ve %53.85 oranında aktivite kaybı belirlenmiştir. Enzim, %1 Triton X-100, Tween 20, Tween 80 ve H₂O₂ varlığında sırasıyla başlangıç aktivitesinin ortalama %85 ve %91.81'ini korumuştur. Ayrıca, enzimin farklı ticari sıvı deterjanlarla ortalama %90'ın üzerinde uyumluluk gösterdiği belirlenmiştir. Yıkama performansı analizlerinde, ticari bir deterjan ve proteaz karışımının birlikte kullanımı, protein bazlı lekelerin kumaşlardan en etkili şekilde temizlenmesini sağlamıştır. Ayrıca, enzimin pıhtı oluşumunu pozitif kontrol olan heparine kıyasla daha uzun süre geciktirdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, mutant *Bacillus* sp. tarafından üretilen enzim, alkalın, termostabil bir serin metallo-proteazdır ve çamaşır deterjanı ile farmasötik endüstri gibi sektörlerde kullanım potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: *Bacillus* sp., suş geliştirme, mutasyon, EMS, UV, alkalın proteaz

*Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje kodu: FDK-2017-9584).

CHARACTERIZATION OF THE PROTEASE PRODUCER MUTANT *Bacillus* sp. ENZYME OBTAINED BY COMBINED MUTAGENESIS AND ITS POTENTIAL IN DIFFERENT INDUSTRIAL APPLICATIONS

ABSTRACT

The aim of the present study was to improve the protease activity of a protease-producing native mesophilic *Bacillus* sp. strain through combined mutation techniques (chemical and physical), to characterize the enzyme of the best enzyme-producing mutant strain obtained, and to evaluate the potential applications of this enzyme. Initially, the native strain was exposed to the chemical mutagen Ethyl Methane Sulfonate (EMS) at different durations and concentrations. The best protease-producing mutant strain was selected following treatment with 40 μ L EMS for 75 minutes. Subsequently, this mutant strain was subjected to UV radiation for different durations to further enhance enzyme activity. A 15-minute UV application resulted in a 1.69-fold increase in enzyme activity compared to the control. The amino acids released as hydrolysis products during the protease-casein reaction were analyzed by HPLC. The enzyme exhibited optimal activity at pH 10.0 and 40°C, maintaining 89.39% of its activity within the pH range of 8.0–11.0. The enzyme maintained approximately 95% of its initial activity between 25°C and 65°C. However, it lost 80.66% of its activity at temperatures between 70°C and 80°C. In the presence of 2 mM TLCK, the enzyme also lost 80.66% of its initial activity, while activity losses were 57.87%, 58.9%, and 53.85% in the presence of 5 mM PMSF, EDTA, and 1,10-phenanthroline, respectively. The enzyme retained an average of 85% and 91.81% of its initial activity in the presence of 1% Triton X-100, Tween 20, Tween 80, and H₂O₂, respectively. It was determined that the enzyme exhibited an average of over 90% compatibility with various commercial liquid detergents. In the washing performance analysis, the combined use of a commercial detergent and the protease mixture resulted in the most effective removal of protein-based stains from fabrics. Furthermore, it was found that the enzyme inhibited clot formation for a longer period compared to the positive control heparin. In conclusion, the enzyme produced by the mutant *Bacillus* sp. is an alkaline, thermostable serine metalloprotease with potential applications in industries such as laundry detergents and pharmaceuticals.

Keywords: *Bacillus* sp., strain development, mutation, EMS, UV, alkaline protease

*This study was supported by Çukurova University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project code: FDK-2017-9584)

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK GÖSTEREN *PLEUROTUS OSTREATUS*'UN FENOLİK VE FARKLI FRANKSİYONLARDAKİ YAĞ ASİDİ İÇERKLERİ

Senay Mataracı¹, Hilal Acay²

¹Mardin Artuklu University, Institute of Graduate Education, Department of Biology, 47000,
Mardin, Turkey- snystc@gmail.com-ORCID:0009-0004-5790-9925

²Mardin Artuklu University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics,
47000, Mardin, Turkey –hilalacay@gmail.com- ORCID:0000-0002-7732-106X

ÖZET

Çalışmada, Mardin’de doğal olarak yetişen mikrobiyal etkinlik gösteren *Pleurotus ostreatus*’nın Toplam Lipid (TL), Triasilgliserol (TG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asidi (FA) ve fenolik içeriklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Pleurotus ostreatus’un TL, TG, PL’nin başlıca FA’ları palmitikasit (PA), oleikasit (OLA) ve linoleik asittir (LA). Ayrıca, toplam PUFA miktarlarının TL, TG ve PL fraksiyonlarında toplam tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) ve toplam doymuş yağ asitlerinden (SFA) daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Fenolik bileşenlerin analizi için RP-HPLC sistemi (LC 20 AT Shimadzu) kullanılan çalışmada *Pleurotus ostreatus*’un, Fumarik asit, Kuinik asit, protokataşik acid, tannic acid, chrysin gibi fenolik bileşikler içerdiği tespit edilmiştir.

Ayrıca *Pleurotus ostreatus*’un en yüksek antimikrobiyal etkiyi 10 mm inhibisyon zoneuyla *Streptococcus pyogenes* (ATCC 19615)’e karşı etil-asetat ekstraktında göstermiştir. Genel olarak günlük besin maddesi olarak kullanılan mantarın yeni ilaç geliştirmelerine kaynak olabileceği ve organik ekstraktlarının biyoaktiviteyi uyaran maddeler içerdiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler : *Pleurotus ostreatus*, Fenolik içerik, Yağ asidi, Antimikrobiyal

***Beauveria bassiana* İZOLATLARININ *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Doç. Dr., ASIYE UZUN YİĞİT¹, Prof. Dr., OZAN DEMİRÖZER²

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, asiyeuzun@isparta.edu.tr-0000-0002-4822-4762

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, ozandemirozer@isparta.edu.tr-0000-0001-7240-8898

ÖZET

Bu çalışmada *Beauveria bassiana* BIM-001 ve BY2 izolatlarının iki farklı spor konsantrasyonunun (1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml) *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae)'nin dişi bireyleri üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Plastik petrielerin taban kısmına steril suya doymuş pamuk yerleştirilmiş ve üzerine barbunya yaprak diskleri (5 cm) aktarılmıştır. *Beauveria bassiana* BIM-001 ve BY2 izolatlarının her bir spor konsantrasyonu 4 bar basınçta püskürtme sağlayan modifiye edilmiş bir düzenek yardımıyla 10 sn süre ile püskürtme şeklinde yaprak disklerine uygulanmıştır. Daha sonra her bir petriye 10 adet *F. occidentalis* ergin dişi bireyi yumuşak uçlu fırça yardımıyla aktarılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 10 birey bulunmaktadır. Kontrol uygulamasında steril saf su ve Tween 20 (% 0.1) kullanılmıştır. Gözlemler uygulamadan sonra 3, 5, 7, 10 ve 14. günlerde yapılmıştır. Uygulamadan sonraki 3. ve 7. gözlem günlerinde her iki izolatın her iki konsantrasyonu arasında *F. occidentalis* ölüm oranları açısından anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($F=3.396$, $df= 19$, $P=0.044$; $F=2.826$, $df= 19$, $P=0.072$). Diğer gözlem günlerinden 5. ve 10. günlerde ise en yüksek ölüm oranları *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml konsantrasyonunda %66 ve %97 olarak saptanmıştır. Uygulamadan 14 gün sonra, *B. bassiana* BY2 10^7 ve 10^8 spor/ml uygulamalarında *F. occidentalis* erginlerinde %86-100 ölüme neden olurken, BIM-001 izolatının 10^7 ve 10^8 spor/ml uygulamalarında %67-87 ölüm meydana geldiği ve *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml uygulamasının diğer uygulamalardan istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($F=3.870$, $df= 19$, $P=0.030$). Son gözlem gününde, *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml dozunda ergin dişilerdeki hif gelişimi %72 olup, diğer uygulamalardan farklı bulunurken *B. bassiana* BY2 10^7 spor/ml (%52) ve *B. bassiana* BIM-001 10^8 spor/ml (%64) uygulamaları arasında fark olmadığı saptanmıştır ($F=3.914$, $df= 19$, $P=0.028$).

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Mücadele, Entomopatojen Fungus, Batı Çiçek Tripsi

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effectiveness of two different spore concentrations (1×10^7 spore/ml and 1×10^8 spore/ml) of *Beauveria bassiana* BIM-001 and BY2 isolates on female individuals of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). Sterile water-saturated cotton was placed on the bottom of the plastic Petri dishes, and then kidney bean leaf discs (5 cm) were transferred onto it. Each spore concentration of *B. bassiana* BIM-001 and BY2 isolates was applied to leaf discs by spraying for 10 seconds with the help of a modified device providing spraying at 4 bar pressure. Then, 10 adult females of *F. occidentalis* were transferred to each petri dish using a soft-tipped brush. The study was conducted according to the randomized plot design with 5 replications. There are 10 individuals in each replication. Sterile pure water and Tween 20 (0.1%) were used in the control application. Observations were made on the 3rd, 5th, 7th, 10th, and 14th days after the application. It was determined that there was no significant difference in *F. occidentalis* mortality rates between both concentrations of both isolates on the 3rd and 7th observation days after the application ($F=3.396$, $df=19$, $P=0.044$; $F=2.826$, $df=19$, $P=0.072$). On the 5th and 10th days of the other observation days, the highest mortality rates were 66% and 97% at the *B. bassiana* BY2 10^8 spore/ml concentration. After 14 days of application, *B. bassiana* BY2 caused 86-100% mortality in *F. occidentalis* adults in 10^7 and 10^8 spore/ml applications, while BIM-001 isolate caused 67-87% mortality in 10^7 and 10^8 spore/ml applications and *B. bassiana* BY2 10^8 spore/ml application was statistically significantly higher than other applications ($F=3.870$, $df=19$, $P=0.030$). On the last observation day, the hyphae development in adult females was 72% in *B. bassiana* BY2 10^8 spore/ml dose, which was different from the other applications. In comparison, there was no difference between *B. bassiana* BY2 10^7 spore/ml (52%) and *B. bassiana* BIM-001 10^8 spore/ml (64%) applications ($F=3.914$, $df=19$, $P=0.028$).

Keywords: Biological Control, Entomopathogenic Fungus, Western Flower Thrips

1. GİRİŞ

Batı çiçek tripsi, *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae), kuzey ılıman bölgelerden güney ılıman bölgelere kadar yayılmış olan dünya çapında istilacı bir tarım zararlısıdır [1]. Bu zararlı yapraklarda beslenerek, gelişmekte olan meyvelere yumurtlayarak büyük zararlara neden olur ve yumurtalarını meyvelerin içine yerleştirerek çoğunlukla genç meyvelerin yüzeyinde küçük çukurlara neden olur [2]. *Frankliniella occidentalis* yaprakları, çiçekleri ve meyveleri yaralayan beslenmesinin doğrudan neden olduğu nicel ve nitel zarara ek olarak [3], Domates lekeli solgunluk virüsü de dahil olmak üzere tospovirüslerin önemli bir vektörüdür [3,4]. Erginler ve larvalar yapraklar, çiçekler ve polen dahil olmak üzere bitkinin toprak üstü kısımlarında yaşar ve beslenirler. Genellikle çiçeklerin ve yaprakların yarıklarında saklanırlar [5]. İkinci larva evresinin sonunda, tripsler beslenmeyi bırakır ve bitkinin altındaki toprağa veya yaprak artıklarına pupa dönemini geçirmek için kendilerini atarlar. Çoğu trips yönetim stratejisi, toprakta yaşayan pupa evrelerinden ziyade bitkinin toprak üstü kısımlarındaki ergin ve larvaları hedef almıştır [6]. İnsanlar ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerine rağmen, sentetik pestisitler trips ile mücadelede uzun süredir kullanılmakta olup [7], bu pestisitlerin sık uygulanması tripslerin direnç geliştirmesine yol açmıştır [8]. Çok sayıda

olumsuz kimyasal pestisitlerle ilişkili etkiler, çevreye duyarlı pestisitlerin geliştirilmesine olan ilginin artmasına yol açmıştır [9]. Biyopestisitlerin daha az toksik kalıntı, hedef dışı organizmalar için daha güvenli, zararlılar üzerinde çeşitli etki biçimleri, konukçu özgülüğü, diğer zararlı yönetim stratejileriyle uyumluluk gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır [10]. Geniş konukçu aralığına sahip böcek patojeni *Beauveria bassiana* (Vals.-Criv.) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) uzun zamandır tripslerin kontrolü için entegre zararlı yönetimi uygulamalarına dahil edilebilecek potansiyel bir biyopestisit olarak kabul edilmektedir [11]. Bu çalışma kapsamında *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae)'dan izole edilen *B. bassiana* BIM-001 ve Phlaeothripidae'ye bağlı bir trips türünden izole edilen *B. bassiana* BY2 izolatının 10^7 ve 10^8 spor/ml dozlarının *F. occidentalis* ergin bireyleri üzerinde etkinliği belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalleri olarak *Frankliniella occidentalis* Pergande popülasyonlarına ait ergin dişi bireyler (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entegre Mücadele Laboratuvarı), *B. bassiana*'nın iki farklı izolatu (BY2 (Burdur, Yeşilova) ve BIM-001 (Isparta, Merkez)) kullanılmıştır.

2.1.1. Bitki Üretimi

Barbunya bitkileri iklim odası koşullarında (25 ± 2 °C sıcaklık, 65 ± 5 nem, 16: 8 fotoperiyot) üretilmiştir. Barbunya tohumları 15 cm çapında plastik saksılarda daha önceden steril edilmiş toprak karışımı kullanılarak (toprak+organik madde) ekilmiştir.

2.1.2. *Frankliniella occidentalis* Pergande Çoğaltımı

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü İklim odasında 2014 yılından itibaren üretimi yapılan *Frankliniella occidentalis* popülasyonlarına ait yeni ergin dişi bireyler kullanılmıştır. Erginlerinin çoğaltımı 25 ± 1 °C sıcaklık ve 65 ± 10 nem oranında uzun gün aydınlatmalı iklim odalarında barbunya bitkileri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.1.3. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Üretimi

Beauveria bassiana BY2 ve BIM-001 izolatları PDA (patates dekstroz agar) ortamı üzerinde kültüre alınarak ve 10 gün süre ile 25 °C'de karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Her bir izolatın Tween 20 (% 0.1) içeren steril saf su kullanılarak spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Thoma lamında ışık mikroskobu altında spor sayımı yapılmış ve 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml yoğunluğunda 100 ml'lik spor süspansiyonları hazırlanmıştır.

2.2. Yöntem

Denemeler 9 cm çapında plastik petrielerde tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Barbunya yaprak diskleri (5 cm) kesilerek ve Petri plakasında tutulan steril suya doymuş pamuk üzerinde yerleştirilmiştir. *Beauveria bassiana*'nın iki farklı izolatu (BY2 ve BIM-001)'nin 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml olmak üzere 2 farklı spor konsantrasyonu hazırlanmıştır. Her bir entomopatojen fungus izolatına ait spor süspansiyonu 4 bar basınçta püskürtme sağlayan modifiye edilmiş bir düzenek yardımıyla 10 sn süre ile barbunya yaprak disklerine uygulanmıştır. Daha sonra 10 ergin dişi yaprak disklerine yumuşak uçlu fırça yardımıyla aktarılmıştır. Püskürtme işleminden sonra petrieler kontrollü laboratuvar koşullarında tutulmuştur. Kontrol uygulamasında ise saf su içerisine Tween 20 (% 0.1) ilave edilerek uygulama yapılmıştır. Gözlemler uygulamadan sonra 3, 5, 7, 10 ve 14. günlerde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen verilere Abbott formülü uygulanmış ve hesaplanan bu verilere tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanıp, Tukey testi (SPSS 20.0) ile karşılaştırılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre; uygulamadan 3 gün sonra her iki izolatu farklı dozları uygulandığında *F. occidentalis* erginlerinde meydana gelen ölüm oranları arasında anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir ($F=3.396$, $df= 19$, $P=0.078$). Uygulamadan 5 gün sonra ise, *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml dozu %66 ölüme neden olurken, bu izolat meydana gelen ölüm oranları açısından diğer uygulamalardan anlamlı derecede farklıdır ($F=5.594$, $df= 19$, $P=0.008$). 7. günde *B. bassiana* BIM-001 ve BY2 izolatları %51-76 arasında ölüme neden olmuş ve istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır ($F=2.826$, $df= 19$, $P=0.072$). Uygulamadan 10 gün sonra, *B. bassiana* BY2-BIM-001 10^7 ve 10^8 spor/ml dozlarında sırası ile ölüm oranları %75-97 ve %58-85 olarak saptanmış ve *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml dozu diğer uygulamalardan istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F=4.192$, $df= 19$, $P=0.023$). 14 gün sonra *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml uygulamasında ölüm oranı %100'e ulaşmış ve bu uygulama diğer uygulamalardan farklı ve önemli olarak belirlenmiştir ($F=3.870$, $df= 19$, $P=0.030$) (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Beauveria bassiana*'nın izolatlarına ait spor süspansiyonlarının *Frankliniella occidentalis* ergin dişilerinde ölüm oranları

Uygulamalar	Dozlar (spor/ml)	Ölüm oranları \pm std. hata (%)				
		3. gün	5. gün	7. gün	10. gün	14. gün
<i>Beauveria bassiana</i> BIM-001	1×10^7	28 \pm 4.80 a	34 \pm 4.20 b	51 \pm 5.51 a	58 \pm 7.69 b	67 \pm 8.68 b
<i>Beauveria bassiana</i> BY2	1×10^8	39 \pm 6.27 a	55 \pm 7.70 ab	68 \pm 7.55 a	85 \pm 9.39 ab	87 \pm 8.78 ab
<i>Beauveria bassiana</i> BIM-001	1×10^7	22 \pm 1.84 a	36 \pm 6.02 b	61 \pm 6.61 a	75 \pm 10.66 ab	86 \pm 5.54 ab
<i>Beauveria bassiana</i> BY2	1×10^8	39 \pm 4.11 a	66 \pm 7.6 a	76 \pm 5.61 a	97 \pm 2.22 a	100 \pm 0.00 a

a, b: Aynı sütunda ayrı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$)

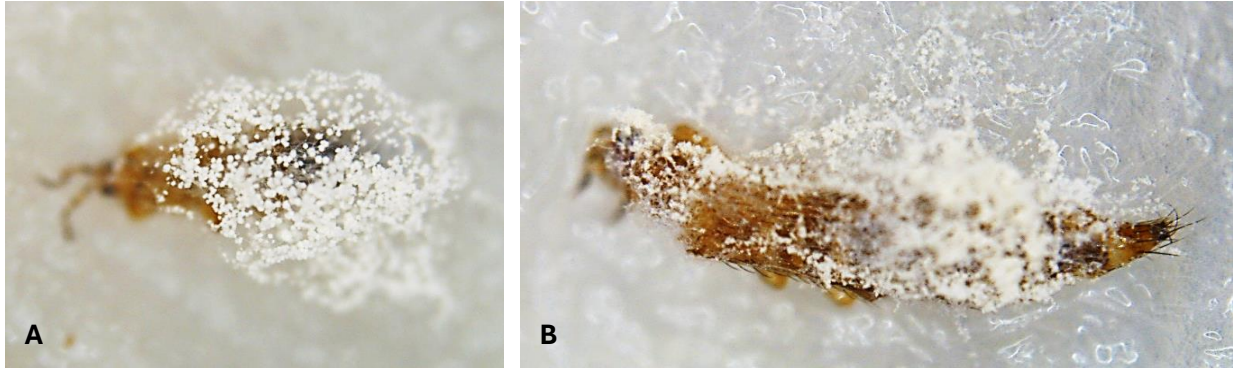
Frankliniella occidentalis ergin dişilerine entomopatojen fungus izolatlarının iki farklı dozu uygulandıktan 3 gün sonra meydana gelen hif gelişimi %0-6 arasında değişmekte olup

aralarında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($F=3.000$, $df= 19$, $P=0.062$). Uygulamadan sonraki 5. günde en yüksek hif gelişimi *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml dozunda (%30) meydana gelmiş ve diğer uygulamalardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($F=5.595$, $df= 19$, $P=0.008$). Uygulamadan sonraki 7. günde, *F. occidentalis* erginlerinde meydana gelen hif gelişimi oranları bakımından *B. bassiana* BY2 10^7 spor/ml (%32) ve *B. bassiana* BIM-001 10^8 spor/ml (%40) uygulamaları arasında fark olmadığı ancak *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml (%46) uygulamasının diğer uygulamalardan istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır ($F=4.687$, $df= 19$, $P=0.016$). Uygulamadan on gün sonra ise, meydana gelen hif gelişimi bakımından anlamlı bir fark olmadığı ve hif gelişiminin %38-54 aralığında olduğu bulunmuştur ($F=1.490$, $df= 19$, $P=0.255$). Uygulamadan 14 gün sonra, *B. bassiana* BY2 10^8 spor/ml dozunda ergin dişilerdeki hif gelişimi %72 olup, diğer uygulamalardan farklı bulunurken ($F=3.914$, $df= 19$, $P=0.028$), *B. bassiana* BY2 10^7 spor/ml (%52) ve *B. bassiana* BIM-001 10^8 spor/ml (%64) uygulamaları arasında fark olmadığı gözlenmiştir (Görsel 1) (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Beauveria bassiana*'nın izolatlarına ait spor süspansiyonlarında *Frankliniella occidentalis* ergin dişilerinde meydana gelen hif gelişimi

Uygulamalar	Dozlar (spor/ml)	Hif oranları \pm std. hata (%)				
		3. gün	5. gün	7. gün	10. gün	14. gün
<i>Beauveria bassiana</i> BIM-001	1×10^8	4 ± 2.44 a	26 ± 5.09 ab	40 ± 7.55 ab	44 ± 9.39 a	64 ± 8.12 ab
<i>Beauveria bassiana</i> BY2	1×10^8	6 ± 2.44 a	30 ± 3.16 a	46 ± 5.61 a	54 ± 2.22 a	72 ± 3.74 a

a, b: Aynı sütunda ayrı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$)



Görsel 1. *Beauveria bassiana* BY2 (A) ve BIM-001 (B) 10^8 spor/ml uygulamalarından 14 gün sonra meydana gelen hif gelişimi

Frankliniella occidentalis dünya çapında ciddi bir zararlı olarak kabul edilmektedir. Trips kontrolü esas olarak kimyasal insektisitlerin sistematik uygulamalarına dayanmaktadır, ancak bunların aşırı kullanımının zararlı etkileri göz önüne alındığında çevre, ekosistem biyoçeşitliliği ve insan sağlığı açısından entegre zararlı yönetimi için çevre dostu alternatiflerin araştırılması ön plana çıkmaktadır [12]. Zararlı böceklere karşı entomopatojen fungusların kullanılması ekolojik açıdan sağlam ve çevre dostu bir yönetim yaklaşımıdır [13]. Daha önce yürütülen çalışmalarda, farklı *B. bassiana* izolatlarının *F. occidentalis* ergin öncesi dönemleri ve erginleri

üzerindeki etkinliği laboratuvar, tarla ve örtü altı üretim alanlarında araştırılmıştır [11-20]. Tarla koşullarında yürütülen çalışmalarda *B. bassiana* izolatlarının *F. occidentalis* popülasyonunu azaltması yönünde ümitvar olduğu bildirilmiştir [11-14]. Sengonca et al. (2006), laboratuvar koşullarında beş farklı *B. bassiana* izolatının *F. occidentalis* erginlerine uygulandıktan 7 gün sonra %68-100 arasında ölüme neden olduğunu belirlemiştir. Zhang et al. (2021) *B. bassiana* BbYT12 izolatının 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonu uygulandıktan sonra 6 gün içinde *F. occidentalis* erginlerinde ölüm oranının %81.48 olduğunu bildirmiştir. dos Santos Domingues et al. (2022) *B. bassiana*'nın 2 farklı izolatının *F. occidentalis* erginleri üzerindeki patojenitesinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada, uygulamadan 7 gün sonra BbCEP147 ve BbCEP189 izolatlarının sırası ile %81.58 ve % 48.39 ölüme neden olduğunu saptamışlardır. Koç (2024), laboratuvar koşullarında *B. bassiana* Hp-4 izolatının 10^9 konidi/ml konsantrasyonunda uygulamadan 5 gün sonra batı çiçek tripsi erginlerinde %83.4 ölüm meydana getirdiğini bildirmiştir. Yürütülen bu çalışmada farklı bir trips türünden izole edilen *B. bassiana* BY2 izolatının uygulamadan 10 gün sonra *F. occidentalis* ergin dişilerinde %97, 14 gün sonra ise %100 ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu izolatın patates böceğinden izole edilen *B. bassiana* BIM-001 izolatından daha etkili olduğu bulunmuştur. Entomopatojen fungus izolatlarının uygulanma yöntemleri, izolatların elde edildiği organizma ya da ortamlar, ortam nem ve sıcaklık koşulları gibi faktörler entomopatojen fungusların zararlılar üzerindeki etkinliklerinin farklı olmasında önemli bir paya sahiptir. Bu çalışma kapsamında *B. bassiana* BY2 izolatının *F. occidentalis* üzerindeki etkinliğinin daha detaylı çalışmalar için ümitvar olduğu düşünülmektedir.

4. KAYNAKÇA

- 1-Liu, X., Reitz, S. R., Lei Z., & Wang, H. (2019). Thermoregulatory response of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) to infection by *Beauveria bassiana*, and its effect on survivorship and reproductive success. Scientific reports, 9(1), 13625. doi: 10.1038/s41598-019-49950-z.
- 2-Reitz, S. R. (2009) Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. Florida Entomologist, 92, 7–13.
- 3-Cloyd, R. A. (2016) Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and insecticide resistance: an overview and strategies to mitigate insecticide resistance development. Journal of Entomological Science, 51, 257–273.
- 4-Riley, D. G., Joseph, S. V., Srinivasan, R., Diffie, S. (2011). Thrips vectors of Tospoviruses. Journal of Integrated Pest Management, 2 (1), 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1603/IPM10020>
- 5-Hansen, E. A., Funderburk, J. E., Reitz, S. R., Ramachandran, S., Eger, J. E., McAuslane, H. (2009) Within-plant distribution of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. Environmental Entomology, 32, 1035–1044.

- 6-Ansari, M. A., Shah, M. A., Whittaker, M., Prasad, M., Butt, T. M. (2007) Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) pupae with *Metarhizium anisopliae* in peat and pear alternative growing media. *Biological Control*, 40, 293–297.
- 7-Ndakidemi, H., Kiliñer, N., Ozkan, C. (2016). Toxicity and repellent effects of some botanical insecticides on the egg larval parasitoid *Chelonus oculator* (Hymenoptera: Braconidae). *Scientific Research and Essays*, 9, 106-113.
- 8-Wagnitz, J. (2014). *Biopesticides use in IPM for low desert vegetable and fruit production*, Degree of Doctor of Plant Health, College of Agricultural Sciences and Natural Resources, ETD Collection for University of Nebraska, Lincoln.
- 9-Barasa, M. W., Kahuthia-Gathu, R., Mwangi, M., Wanjohi, W. (2021) In vitro efficacy of native entomopathogenic fungi against Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) of tomato in Kenya. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 5 (2), 194-202.
- 10-Ouma, B., Muthomi, J., Toroitich, F. (2014). Management of thrips in French beans by integrating biological and synthetic pesticides in conventional spray regimes. *Journal of Renewable Agriculture*, 2(2), 27-37.
- 11-Zhang, Z., Zheng, C., Keyhani, N. O., Gao, Y., Wang, J. (2021) Infection of the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*, by the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Agronomy*, 11, 1910. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101910>
- 12-Bustillo Pardey A. E. (2009). Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. *Revista Colombiana de Entomología*, 35 (1), 12–17.
- 13-Lee, S. J., Kim, S., Kim, J. C., Lee, M. R., Hossain, M. S., Shin, T. S., Kim, T. H., Kim, J. S. (2017) Entomopathogenic *Beauveria bassiana* granules to control soil-dwelling stage of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *BioControl*, 62, 639–648.
- 14-Kırışık, M., Erler, F. (2023) Batı çiçek thripsi *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'den izole edilen entomopatojen fungusların tarla koşullarındaki etkinliği. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(3), 396-404.
- 15-Sengonca, C., Thungrabeab, M., Blaeser, P. (2006) Potential of different isolates of entomopathogenic fungi from Thailand as biological control agents against western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113 (2), 74–80.
- 16-Gouli, S., Gouli, V., Skinner, M., Parker, B., Marcelino, J., Shternshis, M. (2008) Mortality of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, under influence of single and mixed fungal inoculations. *Journal of Agricultural Technology*, 4 (2), 37-47.

17-dos Santos Domingues, M. E., Del Pino, M., Toledo, A. V. (2022) Biological control of *Frankliniella occidentalis* on greenhouse bell pepper using *Beauveria bassiana* in combination with soil cover practices. *Journal of Plant Protection Research*, 62 (4), 393–402.

18-Wu, S., Gao, Y., Smagghe, G., Xu, X., Lei, Z. (2016). Interactions between the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and the predatory mite *Neoseiulus barkeri* and biological control of their shared prey/host *Frankliniella occidentalis*. *Biological Control*, 98, 43–51.

19-Ugine, T. A., Wraight, S. P., Sanderson, J. P. (2005) Influences of impatiens pollen and exposure to *Beauveria bassiana* on bionomics of western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Biological Control*, 37, 186–195.

20-Koç, M. (2024) *Batı çiçek tripsi, Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'in Biyolojik Mücadelesinde Entomopatojen Mikroorganizmaların Birlikte Kullanılabilirliğinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik.

DOĞAL BİTKİ TOPLULUKLARININ RESTORASYONU VE KENT EKOSİSTEMİNE ETKİSİ

Restoration of Natural Plant Communities and Their Impact on Urban Ecosystems

Elif SAĞLIK¹ & Aslıhan UYGUN² & Merve TEMİZ TOPSAKAL³

¹(Doç. Dr.), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
E-mail: elifsaglik@comu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-5230-3869

²(YL. Öğr.) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
E-mail: imasluygun@gmail.com
ORCID: 0009-0002-0193-4481

³(Arş. Gör.) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
E-mail: mervetemiz@comu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6662-4399

ÖZET

Doğal bitki toplulukları, ekosistemlerin sürdürülebilirliğinde önemli bir rol oynayan temel unsurlardır. Bitkiler, karbon döngüsünün düzenlenmesinden su tutma kapasitesine, toprak stabilizasyonundan biyolojik çeşitliliği artırmaya kadar birçok ekosistem hizmeti sunar. Ancak kentleşme ve insan faaliyetleri, bu toplulukları tehdit ederek ekosistem dengesini bozmaktadır. Bu çalışma, kentsel alanlarda doğal bitki örtüsünün restorasyonunun ekosistem hizmetlerinin geri kazanılmasındaki rolünü ve kent ekosistemleri üzerindeki etkilerini ele almaktadır. Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı gibi projeler ve uluslararası restorasyon örnekleri, restorasyonun su döngüsünü desteklediğini, karbon tutulumunu artırdığını, hava kalitesini iyileştirdiğini ve kentsel ısı adası etkisini azalttığını göstermiştir. Ayrıca, biyolojik çeşitliliğin teşvik edilmesinde önemli katkılar sunar. Bu sürecin başarılı olabilmesi için yerel halkın katılımı ve sürdürülebilir yönetim stratejilerinin uygulanması gereklidir. Sonuç olarak, kentsel alanlardaki doğal bitki örtüsünün restorasyonu, çevresel sürdürülebilirlik ve kent yaşam kalitesinin iyileştirilmesi için vazgeçilmezdir.

Anahtar Kelimeler: Doğal bitki toplulukları, ekosistem, ekosistem hizmetleri, restorasyon

1.GİRİŞ

Doğal bitki toplulukları, ekosistemlerin sürdürülebilirliğinde önemli bir rol oynayan temel unsurlardır. Bitkiler, karbon döngüsünün düzenlenmesinden su tutma kapasitesine, toprak stabilizasyonundan biyolojik çeşitliliği artırmaya kadar birçok ekosistem hizmeti sunar. Ancak, insan kaynaklı faaliyetler, özellikle kentleşme, tarımsal genişleme ve sanayileşme, bu doğal toplulukların habitatlarını önemli ölçüde tahrip etmiştir. Türkiye’de de bu değişim net bir şekilde gözlenmekte; bitki örtüsünün büyük bir kısmı insan müdahalesi sonucu bozulmuş, yerini yapay peyzaj unsurlarına bırakmıştır (Dönmez & Aydınöz, 2013).

Kentleşmenin hızla arttığı günümüzde, doğal bitki topluluklarının restorasyonu kentsel ekosistemlerde hayati bir öneme sahiptir. Doğal bitki örtüsü, kentlerde su döngüsünü düzenlemekten karbon tutulumuna, hava kalitesini iyileştirmekten toprak erozyonunu önlemeye kadar birçok ekosistem hizmeti sunarak, kent yaşamını sürdürülebilir hale getirebilir. Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı'nda yapılan çalışmalar, bitki topluluklarının toprak yapısı ve tuzluluk gibi faktörlere bağlı olarak çeşitlilik gösterdiğini, bu yüzden doğru toprak yönetimi ve bitki seçiminin restorasyon projelerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur (Serteser, 2019).

Kentsel alanlardaki doğal bitki örtüsünün restorasyonu sadece ekosistem hizmetlerini yeniden kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda kent sakinlerinin yaşam kalitesini de artırır. Doğal bitki örtüsünün yeniden kazanımı, kentsel ısı adası etkisini hafifletmekten kentsel sel baskınlarını önlemeye kadar birçok çevresel fayda sunar. Aynı zamanda, estetik ve rekreatif faydalarıyla insanlara psikolojik ve sosyal anlamda da katkıda bulunur. Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'nde yapılan çalışmalarda, insan kaynaklı yapılaşma ve yol yapım faaliyetleri sonucunda bitki türlerinin çeşitliliğinde azalma olduğu gözlemlenmiş, 1996'da 452 bitki taksonu tespit edilmişken, bu sayı 2019'da 438'e düşmüştür (Ünal & Altunbaş, 2020). Bu gibi örnekler, kentleşmenin doğal bitki topluluklarına olan olumsuz etkilerini ve restorasyonun gerekliliğini vurgulamaktadır.

Doğal bitki topluluklarının restorasyonu, kent ekosistemlerinin sağlığını iyileştirmenin yanı sıra, bu alanlardaki biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve sürdürülebilir kent yaşamının inşa edilmesine de katkı sağlar. Bu çalışma, doğal bitki topluluklarının kent ekosistemlerine etkilerini incelemekte ve ekosistem hizmetlerinin yeniden kazandırılması için restorasyon projelerinin önemini değerlendirmektedir.

2. DOĞAL BİTKİ TOPLULUKLARININ EKOSİSTEM HİZMETLERİ

Doğal bitki topluluklarının kent ekosistemlerindeki önemi, sağladıkları çeşitli ekosistem hizmetleri ile daha iyi anlaşılabilir. Bu hizmetler hem çevresel hem de sosyal faydalar sunarak kent yaşamının sürdürülebilir hale getirilmesine katkıda bulunur. Doğal bitki topluluklarının restorasyonu, bu hizmetleri yeniden kazanmanın yanı sıra biyolojik çeşitlilikten su döngüsüne kadar birçok alanda ekosistem fonksiyonlarının devamlılığını sağlamaya yardımcı olur.

Biy çeşitlilik: Biyoçeşitlilik, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini destekleyen en önemli unsurlardan biridir. Doğal bitki toplulukları, sadece estetik açıdan değil, aynı zamanda çeşitli canlı türlerine barınak sağlaması açısından da önemlidir. Örneğin, Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı'nda yapılan çalışmalar, bitki topluluklarının toprak özellikleriyle yakından ilişkili olduğunu göstermiştir (Serteser, 2019). Bu bulgu, ekosistem restorasyonu projelerinde doğru toprak yönetimi ve bitki seçiminin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki peyzaj planlama süreçlerine ekosistem restorasyonunun entegrasyonu, biyoçeşitliliğin korunması ve peyzajların dayanıklı hale getirilmesi konusunda stratejik bir rol oynamaktadır (Çırak & Demir Alp, 2023).

Su Döngüsü: Bitki örtüsü, suyun emilimi, tutulması ve buharlaşması yoluyla su döngüsünde kilit bir rol oynar. Doğal bitki toplulukları, yağışların toprağa sızmasını sağlayarak yer altı sularının beslenmesine yardımcı olur. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yer alan yarı nemli

ormanlar, bu hizmeti sağlama noktasında büyük bir öneme sahiptir. Büyük Menderes Nehri ile Yukarı Dalaman Çayı arasındaki ormanlar, suyun toprağa sızmasını kolaylaştırarak su döngüsüne katkıda bulunur (Coşkun, 2017). Bu örnek, doğal bitki topluluklarının restorasyonunun, su yönetimi ve ekolojik dengeyi koruma açısından ne kadar hayati olduğunu ortaya koymaktadır.

İklim Düzenleme: Kentlerde büyük ölçekli bitki örtüsü restorasyonu, kentsel ısı adası etkisini hafifletme, karbon tutma ve oksijen üretimi gibi hizmetlerle iklim düzenlemesinde önemli bir role sahiptir. Çin'in Loess Platosu'nda yürütülen bitki örtüsü restorasyonu çalışmaları, karbon tutulumunu artırarak iklim düzenleme süreçlerine katkı sağlamış ve bölgenin sürdürülebilir yeşillenmesini hızlandırmıştır (Fan, 2024). Benzer şekilde, kentlerde gerçekleştirilen ekosistem restorasyonu projeleri, sıcaklık düzenlemesi ve insan refahını artırma yönünde olumlu etkiler yaratmaktadır (Jurjonas vd., 2023).

Toprak Sağlığı: Doğal bitki örtüsünün geri kazanımı, toprak yapısını iyileştirir ve toprak erozyonunu önler. Bitki kökleri, topraktaki suyun ve besin maddelerinin tutulmasını sağlayarak toprak sağlığını artırır. Çin'in Qinling Dağları'nda yapılan bir çalışma, tarımın terk edilmesinden sonra doğal bitki örtüsünün geri kazanımının, topraktaki organik karbon ve azot stoklarını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (You vd., 2024). Bu süreç, toprağın uzun vadeli verimliliği açısından oldukça önemlidir.

Hava Kalitesi: Kentlerdeki bitki örtüsü, havadaki kirleticilerin ve tozun filtrelenmesine yardımcı olarak hava kalitesini artırır. Bitki örtüsü, hava kirleticilerini tutma kapasitesine sahiptir ve bu sayede insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratır (Jurjonas, vd., 2023). Bitki örtüsünün hava kalitesine yaptığı bu katkılar, ekosistem restorasyonunun kentlerde neden bu kadar önemli olduğunun altını çizmektedir.

3. KENTSEL ALANLARDA DOĞAL BİTKİ TOPLULUKLARININ YIKIMI VE NEDENLERİ

Kentsel alanlarda doğal bitki topluluklarının yok olması, kent ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen başlıca faktörlerden biridir. Özellikle kentleşme, tarımsal faaliyetler, endüstriyel kirlilik ve iklim değişikliği, doğal bitki örtüsünün ciddi tahribatına yol açmaktadır. Bu faktörler, yalnızca ekosistem hizmetlerini zayıflatmakla kalmaz, aynı zamanda biyolojik çeşitlilik kaybına, su döngüsünün bozulmasına ve toprak sağlığının azalmasına da neden olur. Kentsel alanlardaki doğal bitki topluluklarının tahribatına yol açan başlıca nedenler kentleşme baskısı, tarımsal faaliyetler, endüstriyel kirlilik ve iklim değişikliği başlıkları altında ele alınmıştır.

Kentleşme Baskısı: Kentleşmenin hızla artması, doğal bitki örtüsünün yok olmasında en büyük rolü oynayan faktörlerden biridir. Konut, sanayi ve altyapı projelerinin yayılması, doğal habitatların parçalanmasına ve yok olmasına neden olur. Türkiye'de kentleşme, özellikle büyük şehirlerde bitki örtüsünün önemli ölçüde kaybına yol açmıştır. Örneğin, İstanbul ve Kocaeli gibi sanayileşmiş bölgelerdeki hızlı kentleşme, yerel bitki toplulukları üzerinde büyük bir baskı oluşturmuştur. İstanbul'da, 1990-2018 yılları arasında orman ve makilik alanlar %9 oranında azalmış, bu da ekosistem hizmetlerinin kaybına neden olmuştur (Bozkurt & Kuşak, 2024). Aynı

şekilde Kocaeli’nde de sanayi projeleri ve kentsel büyüme, yerel bitki örtüsünün azalmasına ve doğal ekosistemlerin bozulmasına yol açmıştır (Kaya & Erener, 2024).

Tarımsal Faaliyetler: Yanlış tarım uygulamaları ve aşırı otlatma, kırsal alanlarda doğal bitki örtüsünün yok olmasına yol açan önemli sebeplerden biridir. Tarım alanlarının genişlemesi amacıyla ormanlık ve doğal alanların tahrip edilmesi, ekosistem dengesini bozarak bitki çeşitliliğini azaltmaktadır. Konya Kapalı Havzası’nda su kaynaklarının aşırı kullanımı sonucu, doğal bitki örtüsü ciddi zarar görmüş, bu durum bölgedeki ekosistemlerin bozulmasına neden olmuştur (Yılmaz, 2024). Tarımsal faaliyetler, bitki örtüsünün çeşitliliğini azaltarak ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır.

Endüstriyel Kirlilik: Endüstriyel faaliyetlerin neden olduğu kimyasal kirlilik ve atıklar, kentsel alanlarda doğal bitki topluluklarına büyük zarar vermektedir. Özellikle endüstriyel atıkların su kaynaklarına karışması, sucul ve karasal ekosistemlerin bozulmasına yol açar. Türkiye’de Keban Baraj Gölü’nde yapılan bir araştırma, sanayi ve tarımsal faaliyetler sonucunda yerli bitki türlerinin azaldığını ve istilacı türlerin çoğaldığını göstermiştir (Parmaksız & Söylemez, 2024). Bu tür kirlilik, ekosistemlerin doğal işleyişini bozarak bitki topluluklarının çeşitliliğini ve sağlığını tehdit etmektedir.

İklim Değişikliği: İklim değişikliği, doğal bitki toplulukları üzerinde ciddi bir yıkıcı etkiye sahip olan bir diğer önemli faktördür. Kuraklık, aşırı yağışlar ve ekstrem hava olayları gibi iklim değişikliği etkileri, bitki topluluklarının yaşam alanlarını daraltmakta ve ekosistem fonksiyonlarını zayıflatmaktadır. Türkiye’de fındık ağaçları (*Corylus colurna*) gibi yerel türler, iklim değişikliğinin etkilerine karşı dayanıklılık gösterse de habitat kaybı ve artan iklim baskıları bu türlerin varlığını tehdit etmektedir (Kalkan & Yılmaz, 2024). Aynı zamanda, iklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarının azalması ve artan sıcaklıklar, kentlerdeki bitki örtüsünün sağlığını olumsuz etkileyerek doğal ekosistemlerde geri dönülemez değişikliklere yol açmaktadır (Polat vd., 2024).

Kentleşme, tarım, sanayi kirliliği ve iklim değişikliği gibi faktörler, kentsel alanlardaki doğal bitki topluluklarının ciddi şekilde yok olmasına neden olmakta, bu durum kentsel ekosistemlerin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Ekosistem hizmetlerinin geri kazanılması için doğal bitki topluluklarının restorasyonu, bu baskıları hafifletmenin ve kentsel alanlarda biyolojik çeşitliliği korumanın en etkili yollarından biridir.

4. DOĞAL BİTKİ TOPLULUKLARININ RESTORASYONU: TEORİLER VE UYGULAMALAR

4.1. Restorasyon Ekolojisi: Doğal Sistemlerin Eski Haline Getirilmesi veya İyileştirilmesi

Restorasyon ekolojisi, bozulmuş veya yok olmuş ekosistemlerin eski haline getirilmesi ya da iyileştirilmesi amacıyla uygulanan bir bilim dalıdır. Ana hedef, ekosistem işlevselliğini ve biyoçeşitliliği artırarak, sürdürülebilir bir çevre oluşturmaktır. Bu yaklaşım, sadece ekosistemleri fiziksel olarak canlandırmakla kalmaz, aynı zamanda ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini de sağlar. Örneğin, su ekosistemlerinin restorasyonunda fitoremediasyon gibi doğa temelli çözümler (NbS), bitkilerin su kirleticilerini filtreleyerek su kalitesini artırmasına yardımcı olur. Yüzer platformlar (floating treatment wetlands, FTWs) üzerine

kurulu bitki toplulukları, sucul ekosistemlerde multifonksiyonel faydalar sağlayarak, azot ve fosfor gibi kirleticilerin uzaklaştırılmasında etkili olabilir (Fletcher vd., 2024).

4.2. Restorasyon Projelerinin Planlanması: Hedef Belirleme, Tür Seçimi, Toprak Hazırlığı

Başarılı bir restorasyon, doğru hedeflerin belirlenmesi, uygun bitki türlerinin seçimi ve toprak hazırlığı ile başlar. Restorasyon hedefleri, ekosistem işlevlerinin yeniden kazandırılmasını hedeflerken, yerel koşullara uyum sağlayacak stratejilerin geliştirilmesi önemlidir. Özellikle yerel bitki türlerinin seçimi hem biyoçeşitliliği koruma hem de ekosistem işlevlerini yeniden kurma açısından önemli bir adımdır (Elliott vd., 2021). Toprak hazırlığı da restorasyonun önemli bir bileşenidir; mikrobiyal inokülanlar ve toprak biyotasını iyileştiren diğer yöntemler, bozulan ekosistemlerin yeniden canlanmasını hızlandırabilir (Li et al., 2024).

4.3. Yerli Türlerin Önemi: Ekosistem Uyumu ve Biyoçeşitlilik

Restorasyon projelerinde yerli bitki türlerinin kullanımı, ekosistem işlevlerinin sürdürülmesinde büyük bir önem taşır. Yerel koşullara uyum sağlamış bu bitkiler hem iklim hem de toprak yapısına daha uygun oldukları için, ekosistem fonksiyonlarını daha verimli bir şekilde yerine getirebilirler. Ayrıca, yerli türlerin çeşitliliği, ekosistem hizmetlerinin daha etkili sunulmasına katkı sağlar. Sucul ekosistemlerde gerçekleştirilen çalışmalarda, farklı bitki türlerinin bir araya getirilmesinin besin maddelerinin daha etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını sağladığı gözlenmiştir (Fletcher vd., 2024). Anadolu'daki kurak ve yarı kurak alanlarda yapılan restorasyon projeleri, yerli türlerin bu ortamlara uyum sağlayarak ekosistem stabilitesini sağladığını göstermektedir (Öner vd., 2016).

4.4. Gönüllü Katılım: Toplum Bilinçlendirmesi ve Yerel Halkın Rolü

Toplumun restorasyon projelerine katılımı, bu projelerin başarısında oldukça önemlidir. Yerel halkın projelere dahil edilmesi, projelerin sürdürülebilirliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel farkındalığın gelişmesine de katkı sağlar. Gönüllü katılım, yerel halkın restorasyon sürecine sahiplenmesini sağlar ve yerel ekosistemlerin korunmasına destek olur (Werner vd., 2024). Bu katılım, özellikle kırsal alanlarda, restorasyon projelerinin sosyo-ekonomik faydalarının da ön plana çıkmasına olanak tanır (Öner vd., 2016).

4.5. Sürdürülebilir Yönetim: Restorasyon Alanlarının Uzun Vadeli Bakımı

Restorasyon projelerinin uzun vadede başarılı olabilmesi için sürdürülebilir yönetim stratejilerinin oluşturulması gereklidir. Bitki topluluklarının sağlıklı bir şekilde gelişimi için düzenli bakım ve izleme önemlidir. İstilacı türlerin kontrolü, toprak sağlığının korunması ve ekosistem işlevlerinin sürekliliğinin izlenmesi, restorasyon projelerinin başarısının anahtar unsurlarıdır (Li vd., 2024). Özellikle kent ekosistemlerinde yapılan restorasyon çalışmalarında, beta çeşitliliği gibi kavramlar, farklı habitatlar arasında çeşitliliği artırarak dirençli ve işlevsel ekosistemlerin oluşturulmasına katkı sağlar (Biz Topluluğu, 2024).

5.RESTORASYON PROJELERİNİN KENT EKOSİSTEMLERİNE ETKİLERİ

Kentsel restorasyon projeleri, çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler açısından kent ekosistemlerine çok yönlü katkılar sağlamaktadır. Kent içindeki doğal süreçleri ve biyolojik

çeşitliliği destekleyen bu projeler hem ekosistem sağlığına hem de şehir sakinlerinin yaşam kalitesine olumlu etkiler sunarak sürdürülebilir kentleşmeyi teşvik etmektedir.

5.1. Çevresel Etkiler

Kentsel restorasyon projeleri, su ve hava kalitesini artırma gibi çevresel faydalar sağlayarak kentsel ekosistemlerin dayanıklılığını artırır. Özellikle ekosistem temelli afet risk azaltımı (Eco-DRR) kapsamında yeşil altyapı uygulamaları, şehirlerdeki biyolojik çeşitliliği desteklerken, su ve hava kalitesini iyileştirerek çevresel sürdürülebilirliği güçlendirir.

Su ve Hava Kalitesine Katkılar: Barcelona’da kent ormanlarının yıllık 305.6 ton hava kirliliğini temizlediği ve su kaynaklarını koruma potansiyeli sağladığı bildirilmiştir. Bu tür yeşil altyapı projeleri, kentlerde hava temizliği sağlayarak ısı adası etkisini azaltmaya katkı sunar (Ma & Yang, 2024). Erzurum’daki çevre dostu sanayileşme projelerinde de yeşil alanların kirliliği azaltma işleviyle ekosistem dengesine katkıda bulunulmuştur (Demircan & Çoban, 2024).

Biyoçeşitlilik Üzerindeki Etkiler: Makine öğrenimi algoritmaları, hava kirliliği seviyelerinin ve su kalitesindeki değişimlerin kentsel biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerini öngörmede kullanılmaktadır. Böylece, ekolojik restorasyon projelerinin biyolojik çeşitliliği artırmaya yönelik doğrudan etkileri desteklenmektedir (Alqadhi vd., 2024).

5.2. Sosyal Etkiler

Kent içi restorasyon projeleri, sosyal etkileşimi teşvik ederek kent sakinlerinin yaşam kalitesini artırır ve toplumsal bilinç geliştirmede önemli bir rol oynar. Yeşil alanların varlığı, kentliler için rekreasyon ve sosyalleşme alanları sunarken, fiziksel ve psikolojik iyilik halini destekler.

Rekreasyon ve Toplumsal Bilinç: Yeşil alanların fiziksel aktiviteleri teşvik etmesi, mikroiklimi iyileştirmesi ve gürültü kirliliğini azaltması gibi faydalar, bireylerin sosyal ve psikolojik ihtiyaçlarını destekler. New York’taki PlaNYC gibi projeler, şehir içinde rekreasyon alanları sağlayarak toplumsal farkındalığın artmasına ve fiziksel sağlığın iyileşmesine katkı sağlamıştır (Çoban & Yücel, 2018).

Yaşam Kalitesi Üzerindeki Etkiler: Atatürk Üniversitesi’nde kamusal alan düzenlemeleriyle kent sakinlerine sunulan sosyalleşme alanları, kullanıcı konforunu ve yaşam kalitesini artırmaktadır (Demir vd., 2024).

5.3. Ekonomik Etkiler

Kentsel restorasyon projeleri, kentlerin ekonomik değerini artırarak sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunur. Yeşil altyapı projeleri, turizm potansiyelini artırırken emlak değerlerinde de yükselme sağlar, böylece hem ekonomik büyümeye hem de çevresel sürdürülebilirliğe destek olur.

Turizm ve Emlak Değerleri: Kentsel mavi alanların, fiziksel ve sosyal aktiviteleri teşvik ederek kent turizmi üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirtilmiştir. Cape Town ve New York’ta yeşil altyapıya yapılan yatırımlar, emlak değerlerinin yükselmesine katkı sunarken, Barcelona’da kent ormanlarının karbon depolama kapasitesi gibi ekolojik faydaları ekonomik bir değer olarak görülmektedir (Ma & Yang, 2024).

Ekonomik Sürdürülebilirlik: Erzurum'daki çevre dostu sanayi bölgelerinin, turizm potansiyelini ve emlak değerlerini artırarak kent ekonomisine katkı sağladığı bildirilmiştir. Bu tür restorasyon projeleri, şehirlerin ekonomik büyümesini ve sürdürülebilir kalkınmayı destekler (Demircan & Çoban, 2024).

Bu çok yönlü etkiler, restorasyon projelerinin kent ekosistemlerinde su ve hava kalitesinin iyileştirilmesinden ekonomik kalkınmaya kadar geniş bir yelpazede sürdürülebilirliği desteklediğini göstermektedir.

6. DÜNYADAKİ RESTORASYON ÇALIŞMALARI VE ÖRNEK UYGULAMALAR

Dünya genelinde ekosistem restorasyonu projeleri, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletme, biyoçeşitliliği koruma ve toprak erozyonunu önleme gibi çevresel sorunlarla mücadele etmek amacıyla yürütülmektedir. Bu projeler, çeşitli kıtalarda farklı stratejilerle başarıyla uygulanmış ve önemli kazanımlar sağlamıştır.

Çin'deki Restorasyon Projeleri: Loess Platosu'ndaki restorasyon çalışmaları, ciddi çevresel bozulmalara karşı toprağı ve ekosistemi yeniden canlandırmak amacıyla başlatılmış büyük çaplı bir projedir. Bu projede, yoğun tarım, otlatma ve ormansızlaşma gibi insan faaliyetlerinin neden olduğu erozyon ve çoraklaşmış toprakları iyileştirerek doğal bitki örtüsünü yeniden canlandırmak hedeflenmiştir. Şekil 1'de görülen restorasyon öncesi ve sonrası görüntüleri, bu sürecin etkileyici sonuçlarını gözler önüne sermektedir.

Grain for Green Programı (GFGP): 1999 yılında başlatılan bu program, özellikle eğimli tarım arazilerinin bitki örtüsü ile kaplanmasını teşvik etmiştir. Çiftçilere, tarım alanlarını bırakarak ağaç veya çalı dikmeleri karşılığında finansal destek verilmiştir. Bu uygulama, erozyonu azaltmanın yanı sıra daha sağlıklı bir ekosistem oluşturmak için de önemli bir adım olmuştur. Şekil 1'in sağ tarafında görülen yeşil alanlar, bu programın doğaya kazandırdığı yeni bitki örtüsünü somut bir şekilde yansıtmaktadır.

Üç Kuzey Koruyucu Orman Programı (Three-North Shelterbelt Program): 1978'de başlatılan bu geniş ağaçlandırma projesi, kuzey Çin'deki kurak ve yarı kurak alanlarda toprağı ve suyu koruma amacı gütmüştür. Loess Platosu gibi erozyona açık alanlarda rüzgâr ve suyun aşındırıcı etkilerini azaltmak için geniş ormanlık alanlar oluşturulmuştur.

Su ve Toprak Koruma Projeleri: Erozyonu kontrol altına almak amacıyla teraslama ve sedde yapımı gibi mühendislik çözümleri kullanılmıştır. Görsel 1'in sol tarafında görülen çıplak yamaçlar, restorasyon öncesi durumun vahametini sergilerken, sağdaki fotoğraf, yapılan teraslama çalışmalarının ve ağaçlandırmanın toprağı nasıl stabilize ettiğini göstermektedir. Bu yöntemlerle toprağın su tutma kapasitesi artırılmış, su kaynakları daha verimli kullanılmaya başlanmıştır.



Görsel 1: Loess Platosu'nda restorasyon öncesi ve sonrası görüntüsü (O'Donovan, 2018)

Su ve toprak koruma projelerinin sonuçları, uydu verileriyle gözlemlenmiş ve Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) gibi göstergeler kullanılarak izlenmiştir. Yapılan gözlemler, Loess Platosu'ndaki bitki örtüsünde büyük bir artış olduğunu doğrulamış ve ekolojik dengenin yeniden sağlanmasına önemli katkılar sağlamıştır (Fan vd., 2024).

Yangtze Nehri restorasyon projelerinde, ekolojik iyileşme, toprak erozyonunu önleme ve doğal kaynakları koruma amacıyla yenilikçi yöntemler kullanılmıştır. Özellikle, eğimli arazilerin ağaçlandırılması ve mevcut orman alanlarının genişletilmesi gibi adımlar, ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlamak için önem taşımaktadır. Görsel 2'de gösterilen görsel, koruma çalışmaları kapsamındaki projelerde toprak erozyonunu önlemek adına yapılan teraslama ve ağaçlandırma yöntemlerinin bir örneğini göstermektedir. Bu yöntemler sayesinde, Yangtze Nehri'nin üst ve orta kesimlerinde toprak kaybı büyük ölçüde azaltılmıştır (Xi, vd., 2012).



Görsel 2: Yangtze Nehri'nin restorasyon öncesi ve sonrası görüntüsü (Xi, 2012)

Finlandiya'daki Tarımsal Akarsu Restorasyonu Projeleri: Finlandiya'da tarımsal alanlarda gerçekleştirilen Leppioja, Raaseporinjoki ve Uuhikonoja ekosistem restorasyonu projeleri, her bölgenin kendine özgü ihtiyaçlarına yönelik stratejiler kullanarak akarsu yataklarının ekolojik ve sosyal işlevlerini geliştirmeyi hedeflemiştir. Leppioja Projesi, on yıl önce tamamlanmış olup, iki kademeli bir kanal sistemi ile suyun akışını düzenlemeyi amaçlamıştır. Ancak, bu proje, çiftçiler tarafından yalnızca su akışını sağlayan bir kanal olarak algılanmış ve ekosistem canlandırmasına dair etkileri göz ardı edilmiştir. Çiftçiler, Leppioja'nın restorasyonu sonucunda oluşturulan iki kademeli kanal sistemini sadece bir su kanalı olarak değerlendirmiş, suyun düzgün akışını temel gereksinim olarak belirtmiştir (Valve & Valkama, 2024).

Leppioja'da restorasyon çalışmalarının bir parçası olarak taşkın yataklarının düzenli olarak biçilmesi de önemli bir adımdır (Görsel 3).



Görsel 3. Leppioja'da taşkın yataklarının biçilmesi (Valve & Valkama, 2024)

Raaseporinjoki Projesi, su yatağının biyolojik canlılığını artırmayı hedefleyen iki kademeli kanal yapısıyla öne çıkmıştır. Projede, restorasyon planlarının deneysel olduğunu düşünen bazı çiftçilerin eleştirileriyle karşılaşıldığında, proje ekibi restorasyon çalışmalarını çiftlik bazında uyarlamış ve akarsu yatağını taleplere göre yeniden düzenlemiştir. Raaseporinjoki'nde planlama metre metre yürütülmüş ve çiftlik bazında uyarlamalar yapılmıştır. Bu esneklik, çiftçilerin taleplerini karşılayacak şekilde geleneksel su akışına odaklanan çözümler sunulmasını sağlamıştır. Son olarak, Uuhikonoja Projesi, gönüllülük esasına dayalı bir araştırma olarak başlamış ve çiftçiler tarafından desteklenmiştir. İlk toplantılar projeye dair bilgi paylaşımı sağlarken çevresel etkilerin önemi vurgulanmış ve çiftçilerin katılımı artırılmıştır. Uuhikonoja projesinde, ilk toplantılar projeye katılımı artırmış ve çiftçiler çevresel etkilerin önemli olduğu konusunda fikir birliğine varmıştır (Valve & Valkama, 2024). Bu projeler, yerel paydaşlarla iş birliği kurmanın ve teknik çözümleri yerel ihtiyaçlara göre uyarlamının, ekosistem restorasyonunun başarısı için önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

7. TÜRKİYE'DEKİ RESTORASYON ÇALIŞMALARI, KARŞILAŞILAN ENGELLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Türkiye'de de çeşitli bölgelerde doğal ekosistemlerin korunması için projeler uygulanmaktadır. Karadağ (Bursa-Balıkesir) bölgesinde yapılan çalışma kapsamında, beş farklı vejetasyon tipi altında, 28 bitki topluluğu tespit edilmiş ve bu toplulukların korunmasına yönelik uygulamalar yapılmıştır. Bu çalışma, Türkiye'nin yerel bitki çeşitliliğini koruma çabalarına örnek teşkil etmektedir (Özel vd., 2021). Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı'nda yürütülen restorasyon projesi, Afyonkarahisar-Kocatepe bölgesindeki doğal bitki topluluklarının yeniden kazandırılmasına odaklanmıştır. Bu projede Braun-Blanquet yöntemi kullanılarak beş farklı bitki topluluğu tanımlanmış ve bu toplulukların toprak özellikleri ile ilişkisi detaylıca incelenmiştir. Böylece doğal bitki örtüsü ve toprak ilişkisi üzerine bilimsel bir temel oluşturulmuştur (Serteser, 2019).

Restorasyon projelerinde karşılaşılan zorluklar, iklim değişikliğinden sosyoekonomik sorunlara kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. İklim değişikliği, projelerin başarısını doğrudan etkileyebileceği gibi bazı bölgelerde yeşillenme süreçlerini hızlandıran ancak aşırı sıcaklık ve

kuraklık gibi olumsuz etkiler doğuran bir faktör olarak da karşımıza çıkmaktadır. Diğer yandan, yerel halkın projelere katılımındaki eksiklik ve yetersiz finansal kaynaklar, projelerin sürdürülebilirliğini zorlaştırmaktadır. Bu sorunların çözümünde, yerel toplulukların katılımını teşvik edecek eğitim programları ve uzun vadeli finansal destek modellerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Ekosistem restorasyon projeleri, tüm bu zorluklara rağmen biyoçeşitliliği koruma, iklim değişikliği ile mücadele ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi açısından hayati önem taşımaktadır. Türkiye’de Adana ili Karaisalı ilçesinde Çatalan Baraj Gölü çevresinde yürütülen restorasyon çalışmaları, bu duruma iyi bir örnektir. Tarımsal kullanıma açılan ormanlık alanların yeniden kazanılmasını amaçlayan bu proje, yabani zeytin, keçiboynuzu gibi yerel türlerle birlikte ekonomik değeri yüksek bitkileri de restorasyon sürecine dâhil etmiştir. Bu tür çalışmalar, ekosistemlerin yerel türlerle korunmasını sağlayarak sürdürülebilir bir restorasyon modeli oluşturmayı amaçlamaktadır (Harmancı, 2022). Bu projeler, dünyada ekosistem restorasyonu konusunda farklı yaklaşımlar geliştirilmesine öncülük etmekte, yerel ve küresel çevresel sorunlara karşı etkin çözümler sunmaktadır.

8.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kentleşme ve çevresel değişimlerin doğal bitki toplulukları üzerindeki etkilerini incelemiş ve kentsel ekosistemlerde doğal bitki örtüsünün korunmasının sürdürülebilir bir kent yaşamı için önemini vurgulamıştır. Doğal bitki toplulukları, su döngüsünü düzenleme, hava kalitesini artırma, biyoçeşitliliği destekleme ve toprak sağlığını koruma gibi çok yönlü ekosistem hizmetleri sunarak kentlerde yaşayanlar için yaşam kalitesini artırıcı işlevler üstlenir. Ancak, artan kentleşme, sanayileşme, tarımsal faaliyetler ve iklim değişikliği, bu toplulukları tehdit ederek ekosistem dengesini bozmaktadır. Kent ekosistemlerinde bu önemli hizmetlerin sürdürülebilirliği için doğal bitki topluluklarının korunması ve restorasyonu önemli bir gereklilik haline gelmiştir.

Öncelikle, yerel yönetimlerin kentleşme süreçlerinde doğal bitki örtüsünün korunması konusundaki rolü artırılmalıdır. Kentleşme ve altyapı projeleri sırasında doğal bitki örtüsünün korunması öncelikli bir konu olarak ele alınmalı ve yeşil alanların artırılmasına yönelik politikalar geliştirilmelidir. Özellikle büyük şehirlerde ekolojik yeşil alanların korunması, kentsel ısı adası etkisini azaltmak, hava ve su kalitesini iyileştirmek için oldukça önemlidir. Kent planlamalarında yeşil altyapı çözümlerine yer verilmesi, ekosistem hizmetlerinin devamlılığını sağlamak ve şehirlerde biyolojik çeşitliliği korumak açısından stratejik bir adımdır. Buna ek olarak, kentlerde ekosistem hizmetlerini yeniden kazanmak amacıyla restorasyon projelerinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Doğal bitki topluluklarının restorasyonuna odaklanan projeler, ekosistem işlevlerinin yeniden canlandırılması için önemli bir fırsat sunar. Bu tür projeler, toplumun çeşitli kesimlerinin katılımını da teşvik ederek çevresel farkındalığı artırır ve projelerin sürdürülebilirliğini sağlar. Yerel halkın ve sivil toplum kuruluşlarının projelere aktif katılımı, restorasyon alanlarının korunmasında önemli bir destek sağlar. Bu doğrultuda gönüllü katılımı teşvik edecek toplum bilinçlendirme programlarının uygulanması, projelerin uzun vadeli başarısını artıracaktır.

Restorasyon çalışmalarında yerel bitki türlerinin kullanımı, ekosistem işlevlerinin daha sağlıklı bir şekilde yeniden kazanılması açısından önem taşır. Yerel bitki türleri, buldukları bölgenin iklim ve toprak yapısına daha iyi uyum sağladıkları için restorasyon projelerinde tercih

edilmelidir. Bu türler, doğal ekosistemlerin dengesini korumada ve bölgedeki biyoçeşitliliği artırmada etkili rol oynar. Su ekosistemlerinde yapılan restorasyon çalışmalarında, yerel türlerin kullanımı, suyun temizlenmesi ve su kalitesinin artırılmasında önemli katkılar sunmaktadır. Bu yaklaşım hem ekolojik uyum sağlama hem de çevresel sürdürülebilirliği teşvik etme açısından önemlidir. Ayrıca, restorasyon projelerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için sosyo-ekonomik desteklerin sağlanması gereklidir. Restorasyon çalışmalarının başarılı bir şekilde sürdürülebilmesi için projelere uzun vadeli finansal destek sağlanmalı ve bu süreçte yerel halkın projelere olan ilgisi eğitim ve bilinçlendirme programları ile artırılmalıdır. Toplumun restorasyon projelerine katılımı ve sahiplenmesi, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için önemli bir rol oynar. Bu nedenle, çevre dostu eğitim programları ve bilinçlendirme çalışmaları, yerel halkın doğa koruma çalışmalarına daha etkin bir şekilde katılmasını sağlayarak projelerin uzun ömürlü olmasına katkıda bulunur.

Son olarak, izleme ve değerlendirme sistemlerinin kurulması, restorasyon projelerinin etkinliğini artırmak için gereklidir. Restorasyon alanlarında ekosistem işlevlerinin sürekli olarak izlenmesi, projelerin etkisinin değerlendirilmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini sağlar. Özellikle kent içindeki restorasyon çalışmalarında istilacı türlerin kontrol edilmesi, toprak sağlığının korunması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi, başarılı bir ekosistem restorasyonu için önemli faktörlerdir. Bu sayede, kentsel alanlarda restorasyon projeleri, sağlıklı ve dirençli ekosistemlerin oluşumuna katkı sağlayarak kent yaşamını destekleyen, sürdürülebilir çözümler sunar.

KAYNAKÇA

- Alqadhi, S., Bindajam, A. A., Mallick, J., & Talukdar, S. (2024). Applying Deep Learning To Manage Urban Ecosystems in Arid Abha, Saudi Arabia: Remote Sensing-Based Modelling for Ecological Condition Assessment and Decision-Making. *Heliyon*, 10, e25731.
- AVCI, M. (1996). Göller Yöresi Batı Kesiminde Bitki Toplulukları ve Dağılımları. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, (4), 227-264.
- Aydınöz, D., & Çoban, A. (2015). Bitki Coğrafyası Araştırma Yöntemleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31, 132-160.
- Biz Topluluğu (2024). İklim Değişikliğinde Adaptasyon, Orman Restorasyonu ve Sel. Doğa, Çevre ve İklim Değişikliği Komisyonu, Yerel Yönetimler ve Kent Politikaları Komisyonu. Mart, 2024.
- Bozkurt, S. G., & Kuşak, L. (2024). Detection of Population Density, LULC Variation and Cross-Regional Similarities Using K-Means Clustering Algorithm in Istanbul Example. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 9(1), 69-86.
- Coşkun, S. (2017). Büyük Menderes Nehri ile Yukarı Dalaman Çayı Arasındaki Sahada Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi (The Journal of International Social Research)*, 10(49), 1-20.
- Çırak, B. N. & Demir Alp, S. (2023). Türkiye'deki Peyzaj Planlama Sürecine Ekosistem Restorasyonu Entegrasyonu. *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism, Recreation and Sports Sciences*, 6(2), 359-377. <https://doi.org/10.53353/atrss.1277585>

- Çoban, A., & Yücel, M. (2018). Kent Planlamasında Ekosistem Hizmetlerinin Rolü. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 444-454.
- Demir, M., Rüzgar, A., Aksoy, Ö. B., Caner, A. M., & Duran, G. (2024). Antropometric Analysis of Atatürk University Campus. *Ergonomics*, 7(1), 49–62.
- Demircan, N., & Çoban, M. H. (2024). Erzurum’da Çevre Dostu Sanayileşme: Ekolojik Planlamaya Yönelik Organize Sanayi Bölgelerinin Kent Sürdürülebilirliğine Katkısı. In *Proceedings of the 6th International Symposium on Innovations in Scientific Areas* (pp. 143). SETSCI. <https://doi.org/10.36287/setsci.18.1.00143>
- Dönmez, Y., & Aydınöz, D. (2013). Türkiye’nin Bitki Örtüsü Özellikleri. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Elliott, C. P., Commander, L. E., Merino-Martín, L., Golos, P. J., Stevens, J., & Miller, B. P. (2021). An Approach to Defining and Achieving Restoration Targets for a Threatened Plant Community. *Ecological Applications*, 31(2), e2613.
- Fan, X., Qu, Y., Zhang, J., & Bai, E. (2024). China’s Vegetation Restoration Programs Accelerated Vegetation Greening on The Loess Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology* 350(4):109994. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.109994>
- Fletcher, J., Willby, N., Oliver, D., & Quilliam, R. S. (2024). Engineering Aquatic Plant Community Composition on Floating Treatment Wetlands Can Increase Ecosystem Multifunctionality. *Environmental Research*, 243, 117818.
- Harmancı, Ö. (2022). Tarımsal kullanıma Açılmış Orman Alanlarının Restorasyonunda Ekolojik Yaklaşım: Çatalan Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı.
- Jurjonas, M., May, C. A., Cardinale, B., Kyriakakis, S., Pearsall, D. R., & Doran, P. J. (2023). The Perceived Ecological and Human Well-Being Benefits of Ecosystem Restoration. *People and Nature*. 2024(6), 4–19. <https://doi.org/10.1002/pan3.10558>
- Kalkan, M., & Yılmaz, M. (2024). Türk Fındığı (*Corylus colurna*)’nın Doğal Yayılışında Yeni Alanlar: Dağakça ve Çakallar (Bursa). *Turkish Journal of Forestry*, 25(2), 205-212.
- Kaya, E., & Erener, A. (2024). UAV-mounted Thermal Camera And its Analysis on Urban Surface Textures. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 9(1), 49-60.
- Li, C., Sun, L., Jia, Z., Tang, Y., Liu, X., Zhang, J., & Müller, C. (2024). Microbial Inoculants Drive Changes in Soil and Plant Microbiomes and Improve Plant Functions in Abandoned Mine Restoration. *Plant, Cell & Environment*.
- Ma, Y., & Yang, J. (2024). A Review of Methods for Quantifying Urban Ecosystem Services. *Landscape and Urban Planning*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105215>
- O’Donovan, J. (2018, 26 Şubat; güncellenme: Eylül 2023). *Restoring China’s Loess Plateau*. Ecology and Biodiversity. WWF Aracılığıyla Vegan Sustainability. Erişim adresi: <https://vegansustainability.com/restoring-chinas-loess-plateau/>
- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., & Özel, H. B. (2016). İç Anadolu’da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2(1-2), 32-44.
- Özel, N., Öner, H. H., Akbin, G., Altun, N., & Özkan, K. (2021). Karadağ’ın (Bursa-Balıkesir) Bitki Toplulukları. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 8(2), 157-170.

- Parmaksiz, A., & Söylemez, B. (2024). Analysis of mtDNA cyt b and mtDNA D-loop of *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) Species Living in Keban Dam Lake (Türkiye). *International Journal of Nature and Life Sciences*, 8(1), 54-60.
- Polat, N., Memduhoğlu, A., & Kaya, Y. (2024). Triangular Greenness Index Analysis for Monitoring Fungal Disease in Pine Trees: A UAV-Based Approach. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 26(2), 1–15. <https://doi.org/10.24011/barofd.1352729>
- Serteser, A. (2019). Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı Afyonkarahisar-Kocatepe Bölümü'nde Doğal Olarak Yetişen Bazı Sucul Geofitler ve Toprak Özellikleri. *LimnoFish - Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(2), 89-94.
- Valve, H., & Valkama, P. (2024). Ecosystem Restoration as a Reorganiser of Social–Material Relations. *EPE: Nature and Space*, 1–18. <https://doi.org/10.1177/25148486241281226>
- Valve, H., & Valkama, P. (2024). *Ecosystem restoration as a reorganiser of social–material relations*, *EPE: Nature and Space*, 1–18. Fotoğraf [Şekil 3].
- Werner, C. M., Young, T. P., & Stuble, K. L. (2024). Year Effects Drive Beta Diversity, But Unevenly Across Plant Community Types. *Ecology*, 105, e4188.
- Xi, W., Bi, H., & He, B. (2012). *A Goal-Oriented Approach to Forest Landscape Restoration*, *World Forests*, Springer Science+Business Media. Fotoğraflar [Şekil 2].
- Xi, W., Bi, H., & He, B. (2012). *Forest Landscape Restoration in China*. In J. Stanturf et al. (Eds.), *A Goal-Oriented Approach to Forest Landscape Restoration* (pp. 65–100). Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Yılmaz, G. (2024). Greenhouse Gas Dynamics of Saline Lakes: A Study on The Impacts of Environmental Change. [Doctoral dissertation, Middle East Technical University]. Institute of Marine Sciences.
- You, Y., Li, W., Chen, Y., Zhang, Q., & Zhang, K. (2024). Soil Carbon and Nitrogen Accumulation During Long-Term Natural Vegetation Restoration Following Agricultural Abandonment in Qingling Mountains. *Ecological Engineering*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2024.107212>

SÜRDÜRÜLEBİLİR PEYZAJ TASARIMLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM MALZEMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UTILIZATION OF RECYCLED MATERIALS IN SUSTAINABLE LANDSCAPE DESIGNS

**Doç. Dr. ELİF SAĞLIK¹, Yl. Öğr. SİNEM KARDELEN UĞUR², Arş. Gör. MERVE
TEMİZ TOPSAKAL³**

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
elifsaglik@comu.edu.tr- ORCID: 0000-0002-5230-3869

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,
sinemugr03@gmail.com- ORCID: 0009-0000-7696-9748

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
mervetemiz@comu.edu.tr- ORCID: 0000-0002-6662-4399

ÖZET

Yaşam konforunu yükseltme amacıyla daha fazla materyalin insan hayatına katılması, bu materyallerin kısa ömürlü olması ve hammadde döngülerinin sınırlı kalması, çevre kirliliği ile doğal kaynakların tükenmesi gibi sorunlara yol açmıştır. Doğal kaynakların hızla tükenmesi, geçmişten günümüze artan tüketim nedeniyle insanları geri dönüşüm ve sürdürülebilir çözümler arayışına yöneltmiştir. Dönüşümü gerçekleştirilen ürünler ve malzemeler ile çeşitli alanların yanı sıra sağlıklı mekân tasarımında da önemli bir potansiyeli olduğu görülmüştür. Bu çalışma, sürdürülebilir peyzaj tasarımlarında geri dönüşüm malzemelerinin değerlendirilmesini ele almaktadır. Doğal kaynakların hızla tükenmesi ve çevre kirliliğinin artması, peyzaj tasarımlarında ekolojik yaklaşımları ve geri dönüşüm materyallerinin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında kauçuk, cam ve ahşap gibi geri dönüştürülebilir malzemelerin peyzaj tasarımlarında nasıl kullanılabileceği incelenmiştir. Geri dönüştürülmüş malzemelerle inşa edilen parklar, toplumsal farkındalığı artırmanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Çeşitli örnekler üzerinden yapılan değerlendirmeler, geri dönüşüm uygulamalarının hem estetik hem de işlevsel peyzaj alanları oluşturduğunu göstermektedir. Çalışma sonucunda, yerel yönetimlerin geri dönüşüm projelerine destek vermesi, bireylerin geri dönüşümün önemi konusunda bilinçlendirilmesi, eğitim ve farkındalık programları, yerel yönetim iş birlikleri, yenilikçi tasarım yaklaşımları, politika geliştirme, araştırma ve geliştirme, dijital platformlar, yerel malzeme kullanımının teşviki ve sürdürülebilir tasarım yarışmaları kapsamında öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, peyzaj, peyzaj tasarımı, sürdürülebilirlik.

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze insanlar, tarihin her döneminde doğanın geniş olanaklarından yararlanmışlardır (Gürer ve Sakız, 2018). Bu süreç boyunca, gelişim ve ilerleme hedefleri doğrultusunda çaba göstermişlerdir. Teknolojik ilerleme ve artan gereksinimler, yaşam kalitesini yükseltmeyi amaçlamış; bu doğrultuda bireysel ve mekânsal düzeyde sürekli bir dönüşüm sürecine girerek kendilerini ve çevrelerini geliştirmişlerdir. Ancak, yaşam konforunu artırmak amacıyla daha fazla materyalin insan yaşamına dâhil edilmesi, bu materyallerin kullanım ömrünün kısalması ve hammadde döngülerinin sınırlı olması nedeniyle çevre kirliliği ve doğal kaynakların tükenmesi gibi sorunları da beraberinde getirmiştir (Kaçtıoğlu & Şengül, 2010; Dal & Gökçe, 2019). Doğa kendi kendini yenileyebilir bir döngü içerisindeyken bu hızlı tüketim ve insanların sebep olduğu sorunlar bu yenilenebilirliği aynı hızla yok etmektedir (Özbakır Umut vd., 2015). Sürdürülemez hammadde kaynakları, enerji yetersizliği ve insan kaynaklı iklim değişikliği gibi konularda endişeler artarken, hızlı kentleşme ve nüfus artışı, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki baskısını artırmaktadır. Üretim ve pazarlama faaliyetlerindeki genişleme, doğal kaynakların yoğun kullanımını kaçınılmaz kılmakta ve sürekli artan tüketim eğilimleri, oluşan atıkların hem miktarını hem de zararlı içeriklerini önemli boyutlara ulaştırmaktadır. Bu kaygıların hafifletilmesinde, kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik kavramların günlük hayata uyumlandırılması, etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Böylelikle doğal kaynakların korunması ve gelecek nesillere aktarılması gerekliliği daha fazla önem kazanmaktadır (Kaçtıoğlu & Şengül, 2010; Dal & Gökçe, 2019).

Ekolojik problemler, uzun süreçlerde gelecek nesilleri olumsuz yönde etkileyebilecek sorunlar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu problem, her çalışma alanını olumsuz yönde etkilediğinden, günümüz teknolojisi ve analizleri ışığında yapılan çalışmalar aracılığıyla soruna yönelik yenilikçi çözümler üretilmektedir. Uygulanan her yeni teknik veya araştırma, konuyla ilgili farklı bilgiler edinilmesini sağlayarak yeni yöntemlerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Zaman içerisinde değişen çevresel koşullarla birlikte geri dönüşümün önemi daha da belirgin hale gelmiştir ve bu, uygulanan yöntemler arasında en temel basamak olarak değerlendirilmektedir. Dönüşümü gerçekleştirilen ürünler ve malzemeler, çeşitli alanların yanı sıra sağlıklı mekân tasarımında da önemli bir rol oynamaktadır (Sezgin & Aytar Seven, 2022).

2. GERİ DÖNÜŞÜM VE İLGİLİ KAVRAMLARA GENEL BAKIŞ

Geri dönüşüm, tanımsal olarak tekrar kullanılma imkânı olan atıkların çeşitli aşamalardan geçirilip kullanılabilir üretim malzemelerine dönüştürülerek yeniden üretime kazandırılmasıdır (Çimen ve Yılmaz, 2012). Bir diğer tanıma göre ise geri dönüşüm; “Katı atıkların fiziksel veya kimyasal işlemlerden geçirilerek ikincil hammadde olarak üretim süreçlerine dâhil edilmesi sürecidir” olarak tanımlanmıştır (Erdoğan Bayram, 2017). Doğayı ve çevreyi koruyarak ekolojik dengeyi sağlamak amacı ile ortaya çıkan geri dönüşüm yöntemleri olarak kullanılan iki diğer yöntem ise tekrar kullanım ve geri kazanımdır.

Tekrar kullanım, katı atıkların yalnızca toplama ve temizleme işlemlerinin ardından, ekonomik ömürleri sona erene kadar defalarca kullanılmasını ifade etmektedir. Bu süreç, kaynakların etkin bir şekilde değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır (Erdoğan Bayram, 2017). Kullanılmış ve temizlenmiş bir yoğurt kabının saklama kabı olarak değerlendirilmesi tekrar kullanıma bir örnektir (Oğuzhanoğlu, 2023).

Geri kazanım hem çevresel sorunların çözümünde hem de doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol oynamaktadır. Katı atıkların ekonomiye kazandırılması, geri kazanım kavramını gündeme getirmiştir. Modern katı atık yönetiminde öncelikler belirlenmekte olup, bu önceliklerin en önemlisi, atık miktarının azaltılması ve mevcut atıkların etkin bir şekilde yeniden kazanılmasıdır. Geri kazanım, tekrar kullanım ve geri dönüşüm süreçlerini içeren kapsamlı bir yaklaşım olarak, atıkların fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal yöntemlerle başka ürünler veya enerjiye dönüştürülmesini sağlar (Erdoğan Bayram, 2017).

Tekrar kullanım uygulamaları, ürünlerin kullanım ömrünü uzatırken, geri dönüşüm ile katı atıkların ikincil hammadde olarak yeniden işlenmesi sağlanmaktadır. Bu süreç, hammadde tüketiminin azalmasına ve dolayısıyla doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmaktadır. Geri kazanım, enerji tasarrufunun yanı sıra, katı atıkların hacimsel olarak azalmasını sağlayarak depo alanlarının ekonomik ömrünü uzatmaktadır. Etkili geri kazanım, geri kazanılabilir maddelerin kaynağa ayrılması, toplama aşamasında ayrılması veya kaynağa ayırma yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Ancak, geri kazanımın en etkili yöntemi “kaynağa ayırma” ile geri kazanılabilecek maddelerin ayrı olarak değerlendirilmesidir. Bu yöntem, geri kazanım sürecinin etkinliğini artırarak çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir (Erdoğan Bayram, 2017).

1983 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda “Herhangi bir faaliyet sonucunda çevreye atılan veya bırakılan zararlı maddeler” olarak tanımlanan atık kavramı bu kapsamın önemli bileşenin oluşturmaktadır (Kumaş vd., 2024). Atıklar; tüketim, üretim, kimyasal ve fiziksel özellikler gibi çeşitli kriterlere dayalı olarak sınıflandırılabilir. Bu bağlamda, atıklar genel olarak katı atıklar, sıvı atıklar ve gaz atıkları olarak kategorize edilmektedir. Atık maddeler içerisinde en çok geri dönüşüm sürecine giren ve yeniden kullanıma kazandırılan maddeler katı atıklardır (Çimen ve Yılmaz, 2012).

Katı atıklar, üreticisi tarafından istenmeyen ve insan ile çevre sağlığı açısından düzenli bir biçimde bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri ifade etmektedir. Atığın kökeni evsel, ticari veya endüstriyel olsun; hammadde, yakıt ve suyun kullanımının ardından kullanışlılığını yitirmesi ve bu nedenle birey için mali değerini kaybetmesi şeklinde tanımlanabilir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) katı atığı, “Sahibinin istemediği, ihtiyacı olmadığı, kullanmadığı, arıtılması ve uzaklaştırılması gereken maddeler” olarak tanımlamaktadır. (Gündüzalp & Güven 2016).

Geri Dönüşüm, geri kazanım, tekrar kullanım ve atık kavramları “sürdürülebilirlik” çerçevesinde, insanların doğayla daha uyumlu bir ilişki kurabileceği bir yaşam biçimini ifade etmektedir. Özellikle hızla tüketen ve büyüyen toplumlarda kaynakların sonsuz olmadığına dair bir farkındalık ve sorumluluk hissi oluşturan kavramlar kümesidir. Yeniden kullanım ve geri dönüşüm süreçleri, sahip olduğumuz malzemelerin aslında atık değil, potansiyel birer kaynak olduğunu göstermektedir. Kentsel ve peyzaj alanlarında, bu kavramları entegre etmek, şehirlerin daha çevre dostu ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlar.

3. PEYZAJDA GERİ DÖNÜŞÜM

Peyzaj; insanların sosyal, psikolojik, estetik ve kültürel ihtiyaçlarını karşılayarak bu mekânların ergonomik, konforlu ve sürdürülebilir olmasını hedefler (Gülgün & Türkyılmaz, 2001; Gürbüz & Arıdağ, 2013). Sürdürülebilirlik kavramı, peyzaj mimarlığı disiplinine zaman içerisinde

oluşarak artış gösteren çevre kirliliği, hammadde kaynaklarının azalması ve doğanın kendisini yenileyememesi gibi sorunlarla birlikte girmiştir (Yaşar & Düzgüneş, 2013). Sürdürülebilir peyzaj alanları kapsamında geri dönüşüm malzemelerini kullanmak, ekolojik yaklaşım kapsamında ön plana çıkmakta (Erdoğan Onur, 2012) olup peyzajda geri dönüşüm, kompost üretim ve kuru ağaçların kullanımı şeklinde gerçekleşmektedir.

Kompost Üretimi

Kompost üretim süreci, organik atıkların oksijenli ortamda belirli mikroorganizmalar aracılığıyla ayrıştırılarak ekolojik açıdan uygun bir forma dönüştürülmesidir. Kompost işlemi, soğuk ve sıcak kompost olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Soğuk kompost yönteminde, bahçe ve mutfak atıkları özel bir kutu içerisinde toplanır ve kutunun havalandırılmasına özen gösterilir. Sıcak kompost yönteminde ise, sıcaklık önemli bir farklılık oluşturur ve genellikle sıcak havalarda uygulanması tercih edilir, böylece çürüme süreci hızlanır. Kaliteli bir kompost gübre; karbon, azot, potasyum gibi çeşitli besin maddelerini içerdiği için toprağın fiziksel yapısını iyileştirir. Kompost gübre elde etme süreci oldukça basit ve bütçe dostu bir yöntemdir (Kumaş vd., 2024).

Kuru Ağaçların Kullanımı

Kuru ağaçlar; peyzaj alanlarında, iç mekânlarda, inşaat sektöründe ve birçok sektörde geri dönüştürülerek kullanılmaktadır. Peyzaj alanlarında; yürüyüş yollarında, oturma alanlarında, dekoratif olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir (Görsel 1).



Görsel 1. Kuru ağaçların geri dönüşüm yaklaşımı ile peyzajda kullanımı (URL 1; URL 2; URL 3; URL 4)

Aynı zamanda ağaç kabuklarının malç ve kompost olarak da kullanıldığı gözlemlenmektedir. Malçlama işleminde, ağaç kabukları toprağın nemini tutarak sıcaklığını dengeler, böylece toprağın yapısı korunarak gelişmesi sağlanır. Aynı zamanda bu yöntem, yabancı otların mücadelesi için de önemli bir yöntemdir. Peyzaj alanlarında ağaç kabukları, fayda sağlamanın yanında dekoratif olarak da kullanılmaktadır (Dönmez & Dönmez, 2013).

3.1. Geri Dönüşümde Peyzaj Uygulamalarından Kesitler

Peyzaj tasarımında geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı ve atık malzemelerin peyzaj alanlarına tasarım ile yeniden entegre edilmesi mümkündür. Sürdürülebilir ve yenilikçi bu yaklaşım, çalışma kapsamında çeşitli materyallerin tanıtımı ve kullanım örnekleri ile incelenmiştir.

Geri Dönüşümlü Kauçuk Ürünlerinin Peyzaj Uygulamalarındaki Kullanımı

Kauçuk içerikli atık lastikler, doğada atık olarak kaldıkları zaman doğaya ve insanlara çeşitli zararlar vermektedir. Kauçuk ürünleri, lastiklerin geri dönüşümde maliyetinin az olması sebebi ile tercih edilen bir geri dönüşüm malzemesidir. Görsel 2’de gösterilen atık lastiklerden elde edilen ve çeşitli peyzaj uygulamalarında kullanılan yerel kauçuk, yürüyüş yolları, oyun alanı yüzey kaplaması, bisiklet yolları, yürüyüş yolları, golf sahası araç yolları, koşu pisti inşaatı ve atletizm sahası zemin oluşturma ile bu alanların bakımında kullanılmaktadır (Stutz vd., 2003).



Görsel 2. Kauçuk ürünlerin peyzaj uygulamalarındaki kullanımı (Francis, 2016; URL 5; URL 6; URL 7)

Yapılan incelemelerde, lastiklerin peyzaj alanlarında işlenmeden temizlenerek tekrar kullanıldığı gözlemlenmektedir. Atık lastikler, peyzaj alanlarında bitki saksısı, salıncak, tırmanma duvarı vb. olarak kullanılmaktadır.

Atık Cam Malzemenin Peyzaj Tasarımlarında Kullanılabilirliği

Cam; diğer geri dönüşüm atıklarına göre, geri dönüşümü kolay ve üretimine göre; daha az enerji harcandığından dolayı geri dönüşümde önemli bir yere sahiptir (Turhan, 2007; Çetinkale Demirkan, 2023). Cam, doğa üzerinde bozulmadan çok uzun süreler kalabildiğinden dolayı çevre için önemli tehditler oluşturmaktadır. Bu nedenle, cam malzemesinin geri dönüştürülmesi oldukça önemlidir (Çetinkale Demirkan, 2023). Cam, tarihte ilk olarak cam kâseler ve kapların yapımında kullanılmış ve yıllar içinde cam kullanımı çeşitlenmiştir (Yeşilay ve Biçer, 2020). Cam; inşaatlarda, çocuk oyun alanlarında, iç mekânlarda vb. birçok alanda ve sektörde kullanılan bir malzemedir (Çetinkale Demirkan, 2023). Peyzaj mimarlığı açısından camın geri dönüşümü ile kullanıldığı alanlar, yürüyüş yolları, dekoratif amaçlı veya bitki sınırlayıcısı olarak görebilmekteyiz. Cam, peyzaj alanlarında işlenerek veya işlenmeden kullanılabilir (Görsel 3).



Görsel 3. Atık cam ürünlerin peyzaj uygulamalarındaki kullanımı (URL 8; Wilder, 2008; URL 9; URL 10; URL 11; URL 12)

Geri Dönüştürülmüş Ahşabın Peyzaj Tasarımlarında Kullanılabilirliği

Geri dönüştürülebilir malzemelerin en başında gelen ürünlerden biri ahşaptır (Sezgin & Aytar Sever, 2022). Ahşap renk, doku ve form yönünden farklı seçeneklerde, taşınabilir, geri dönüştürülebilir, kolay işlenebilir, farklı malzemelerle uyumlu, doğa ile uyumlu, kaynağın doğa olması sebebi ile ulaşımının, üretiminin ve maliyetinin az olması gibi özelliklerinden dolayı üretimde önemli bir rol oynamaktadır. Pergola, gazebo, çit, korkuluk, duvar kaplama, bank ve çöp kutuları, oyun ekipmanları gibi çeşitli peyzaj elemanlarında ahşap malzeme tercih edilmektedir (Görsel 4).



Görsel 4. Ahşap ürünlerin peyzaj uygulamalarındaki kullanımı (URL 13; URL 12)

Farklı malzemeler ile kolay ve estetik bir entegrasyon sağlaması, sökülebilir ve yeniden kullanılabilir olması, ayrıca sistem içerisindeki parçalarının değiştirilebilirlik yeteneği gibi tasarımda esneklik sunması, peyzaj uygulamalarında ahşap materyalini önemli bir alternatif haline getirmektedir (Karadağ vd., 2017).

3.2. Geri Dönüşüm Ekseninde Sürdürülebilir Park Örnekleri

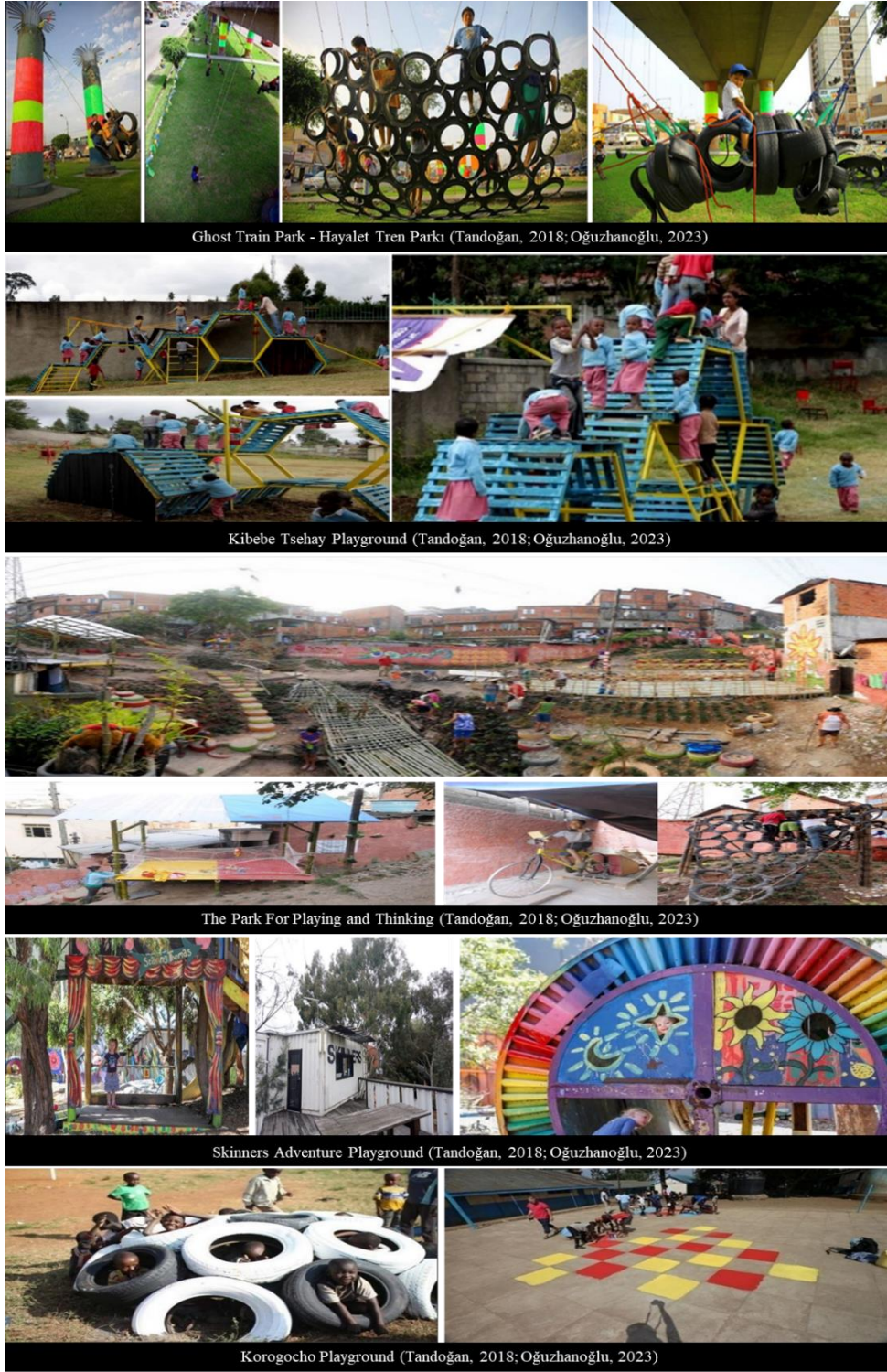
Geri dönüştürülmüş malzemelerle yapılan parklar, sürdürülebilirlik, çevre duyarlılığı ve toplumsal farkındalık gibi özellikler taşıyarak geleneksel parklardan ayrılır. Bu tür parklar hem tasarımda hem de kullanım sürecinde doğaya dost yaklaşımlar sergileyerek çevresel bilinci artırır. Sürdürülebilir tasarım ilkeleri doğrultusunda, çevreye minimum zararı hedefleyerek oluşturulurlar. Geri dönüştürülmüş malzemelerle üretilen yeni ürünler, doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur. Eski ahşap paletlerden yapılmış oturma alanları veya plastik şişelerden oluşturulmuş oyun ekipmanları, doğal kaynak tüketimini azaltan yaratıcı uygulamalara birer örnektir.

Ghost Train Park - Hayalet Tren Parkı: Ghost Train Park, Peru'nun başkenti Lima'da terk edilmiş olan tren yollarının üzerine inşa edilmiştir. 2010 yılında, destek kolonlarının altına geri dönüşüm malzemeleri kullanılarak yapılan bu park, düşük bir maliyet ve geri dönüştürülerek elde edilen materyaller ile sürdürülebilir ve ekolojik bir mekân sağlamıştır (Görsel 5). Kullanılmayan tren yolunun da kente kazandırılması sağlanmıştır. Alanda farklı yaş gruplarındaki kullanıcılara yönelik salıncak, kaydırak, tırmanma duvarı gibi birçok oyun elemanı; araba lastikleri, eski halatlar ve atık araba parçaları ile üretilmiştir (Tandoğan, 2018; Oğuzhanoglu, 2023).

Kibebe Tsehay Playground: Etiyopya'da bulunan bu park, düşük bütçe ve atık malzemelerden inşa edilmiştir (Tandoğan, 2018). Yetimhanedeki çocuklar için yapılan bu park beşikler,

yatakların hurdaları eski salıncaklar ve ahşap paletler kullanılarak yapılmıştır (Görsel 5) (Oğuzhanoglu, 2023).

The Park For Playing and Thinking- Oynamak ve Düşünmek İçin Park: Brezilya, San Paola'da inşa edilen bu park, bir gecekondu mahallesinde bulunmaktadır. Parkın amacı, çocukların oyun oynarken düşünmelerini de sağlamaktır. Bu parkın inşasında araba lastikleri, ahşap bambular, eski bir bisiklet, gübre bidonları gibi geri dönüşüm materyalleri kullanılmıştır (Görsel 5). Parkta büyük bir yazı tahtası, elektrik üreten bisiklet, radyo istasyonu gibi birçok etkinlik alanı bulunmaktadır (Tandoğan, 2018; Oğuzhanoglu, 2023).



Görsel 5. Geri Dönüşüm Ekseninde Sürdürülebilir Park Örneklerinden Kesitler 1

Skinners Adventure Playground- Skinners Macera Oyun Alanı: Güney Melbourne’de bulunan bu park, taşıma konteynerleri, ahşap paletler, araba lastikleri gibi atık malzemeler geri dönüştürülerek inşa edilmiştir (Görsel 5). Perili ev, tırmanış malzemeleri, ağaç ev, basketbol

sahası, kaydırak, trambolin, kum torbası, kum havuzu, sahne gibi oyun alanlarının bulunduğu park, 5-12 yaş arası çocukların kullanımı için uygundur (Tandoğan, 2018; Oğuzhanoğlu, 2023).

Korogocho Playground- Korogocho Oyun Alanı: Korogocho parkı, Kenya'nın başkenti Nairobi'de inşa edilmiştir. Gecekondu bölgesi olan Korogocho'da bulunmaktadır. Araba lastikleri, ahşap paletler, boyalar gibi atık malzemeler ile hem mevcut oyun elemanları onarılmış hem de yeni oyun malzemelerine dönüştürülmüştür (Görsel 5) (Oğuzhanoğlu, 2023).

Prof. Dr. Fuat Sezgin Geri Dönüşüm Parkı: "Sıfır Atık Projesi" kapsamında yürütülen bu proje, Adana'nın Ceyhan ilçesinde geri dönüşüm parkı olarak inşa edilmiştir (Oğuzhanoğlu, 2023). Bu parkın yapılışındaki amaçlardan birisi, çocukları çevre konusunda bilinçlendirmek ve geri dönüşümün önemini aşılaktır (Özer, 2020). İnşa edilen park içerisinde lastikler, ahşap, kauçuk zemin, çöp varilleri gibi atık malzemelerden yararlanılmıştır (Görsel 6). Alan içerisinde salıncak, oturma birimleri, saat, basketbol potası, saksılıklar, hayvan figürleri ve tahterevallli geri dönüşüm ile üretilen donatılardır (Oğuzhanoğlu, 2023).

MIP Mersin Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. Geri Dönüşüm Parkı: Mersin'in Mezitli ilçesinde, limandan toplanan petrol varili, ağaç kökü, kereste, plastik atıklar, araba lastikleri, poşetler gibi atık malzemeler geri dönüştürülerek oluşturulan bu park; içerisinde ağaç kökünden oturma birimi, varilden bank, çöp kutusu, lastikten salıncak, tahterevallli, spor donatıları, oturma elemanı, atık poşetlerden süs havuzu, ahşaptan çit, giriş kapısı yapılarak bir geri dönüşüm parkı inşa edilmiştir (Görsel 6) (Oğuzhanoğlu, 2023).

Denizli-Merkezefendi Geri Dönüşüm Parkı: Denizli ili Merkezefendi ilçesinde inşa edilen bu park, geri dönüşüm parkıdır (Görsel 6) (Oğuzhanoğlu, 2023). Parkın inşasında cam, plastik ve metal gibi atıklar kullanılmıştır (Sözeri, 2020).

Kuşadası Belediyesi Geri Dönüşüm Parkı: Aydın'ın Kuşadası ilçesinde park projesi kapsamında toplanan pet şişeler, variller, kasalar, lastikler, keresteler ve atık araç malzemeleri kullanılarak geri dönüşüm parkı inşa edilmiştir (Görsel 6). Parkta; park giriş kapısı, banklar, salıncaklar, araçlar, hayvan figürleri, çöp kutuları, peyzaj düzenlemeleri gibi park elemanlarının tamamı geri dönüşüm malzemelerinden oluşturulmuştur (Oğuzhanoğlu, 2023).

Elâzığ Belediyesi Geri Dönüşüm Parkı: Elâzığ Belediyesi tarafından "Sıfır Atık Projesi" kapsamında inşa edilen bu park, gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakmak ve çocuklara geri dönüşümün önemini göstermek amacı taşımaktadır (Görsel 6). Mermer atıkları geri dönüştürerek yürüyüş yolları, metal, plastik ve tahta gibi atık malzemelerden oyun grupları, variller kullanılarak yapılmış koltuk, çeşme, atık kutuları, konteynerden geri dönüştürülerek yapılan kafe, ağaç kütüğünden oluşturulmuş masa, otomobil lastiğinden yapılan salıncak, tahterevallli, macera parkuru ve metalden yapılmış figürler parkın donatı elemanlarını oluşturmaktadır (URL 15).

Elâzığ Hipodromundaki Geri Dönüşüm Parkı: Elâzığ Hipodromundan çıkan atık malzemeler kullanılarak oluşturulan bu park, çocukları geri dönüşüm konusunda bilinçlendirmek amacı ile tasarlanmıştır (Görsel 6) (URL 16).

Hipodrom tesislerinde kullanılan eski bariyerler, lastikler, paletler ve varil benzeri atıkların geri dönüşümünü sağlayarak oluşturulan bu park, sıfır atık projesi kapsamında yer almaktadır (Demirçelik, 2023).



Prof. Dr. Fuat Sezgin Geri Dönüşüm Parkı (Özer, 2020; Oğuzhanoglu, 2023)



MIP Mersin Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. Geri Dönüşüm Parkı (URL 14)



Denizli-Merkezefendi Geri Dönüşüm Parkı (Ertek, 2022; Barunduk, 2022)



Kuşadası Belediyesi Geri Dönüşüm Parkı Alanından Kesitler (Kuşadası Belediyesi, 2020)



Elâzığ Belediyesi Geri Dönüşüm Parkı (URL 15)



Elâzığ Hipodromundaki Geri Dönüşüm Parkı (URL 17)

Görsel 6. Geri Dönüşüm Ekseninde Sürdürülebilir Park Örneklerinden Kesitler 2

4. DEĞERLENDİRME

Geri dönüşüm, çevre sorunlarının çözümünde ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğinde kritik bir öneme sahiptir. İnsan faaliyetlerinin doğaya olan olumsuz etkilerini azaltmak için geri dönüşüm yöntemlerinin uygulanması, çevre kirliliğini azaltmakta ve ekosistem dengesinin korunmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, geri dönüşümün peyzaj alanındaki rolü ele alınmış, çeşitli geri dönüşüm materyalleri ve bunların peyzaj uygulamalarındaki kullanımları detaylandırılmıştır. İncelenen örneklere bakıldığında, özellikle kompost üretimi, kuru ağaç kullanımı, kauçuk, cam ve ahşap geri dönüşüm uygulamaları, çevre dostu ve sürdürülebilir peyzaj tasarımlarının oluşturulmasında önemli bir yer tutmaktadır.

Geri dönüşüm parklarının oluşturulması, toplumsal farkındalığı artırırken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Hem Türkiye’de hem de dünyada örnekleri bulunan geri dönüşüm parkları, atık malzemelerin yaratıcı bir şekilde değerlendirildiği ve çevreye duyarlılığı teşvik eden alanlar olarak dikkat çekmektedir. Geri dönüşüm ve sürdürülebilir alanlar için peyzaj mimarlığı disiplini perspektifinden aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

Geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik konularında toplumun bilinçlendirilmesi amacıyla eğitim programları ve atölye çalışmaları düzenlenmelidir. Bu tür etkinlikler, bireylerin geri dönüşümün önemi hakkında bilgi sahibi olmasını sağlayacaktır (*Eğitim ve farkındalık programları*).

Yerel yönetimlerin geri dönüşüm projelerine destek vermesi ve topluluklarla iş birliği içinde hareket etmesi, geri dönüşüm oranlarını artıracaktır. Örneğin, geri dönüşüm parklarının yaygınlaştırılması ve bu alanlarda etkinlikler düzenlenmesi teşvik edilmelidir (*Yerel yönetim iş birlikleri*).

Peyzaj mimarları ve tasarımcılar, geri dönüşüm malzemelerini kullanarak estetik ve işlevsel alanlar yaratmaya yönelik projeler geliştirmelidir. Bu, hem doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar hem de sürdürülebilir tasarımın önemini vurgular (*Yenilikçi tasarım yaklaşımları*).

Hükümet ve ilgili kurumlar, geri dönüşüm sistemlerini güçlendirecek politikalar geliştirmeli ve uygulamalıdır. Atık yönetiminde yenilikçi yaklaşımların teşvik edilmesi, geri dönüşüm oranlarının artırılmasına yardımcı olacaktır (*Politika geliştirme*).

Geri dönüşüm teknolojileri ve yöntemleri üzerine araştırmalar yapılmalı, yenilikçi çözümler geliştirilmelidir. Bu sayede, geri dönüşüm süreçlerinin etkinliği artırılabilir ve daha geniş bir malzeme yelpazesinin geri kazanılması sağlanabilir (*Araştırma ve geliştirme*).

Geri dönüşüm projelerini ve başarı hikâyelerini paylaşan dijital platformlar oluşturulmalı; bu platformlar aracılığıyla insanlara ilham verilmelidir. Toplumun geri dönüşüm süreçlerine olan katılımı artırılabilir (*Dijital platformlar*).

Geri dönüşüm materyallerinin yerel olarak temin edilmesi ve kullanılması hem ekonomik açıdan hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından faydalıdır. Yerel yönetimlerin bu konuda destek vermesi sağlanmalıdır (*Yerel malzeme kullanımının teşviki*).

Peyzaj mimarları ve tasarımcılar için geri dönüşüm temalı yarışmalar düzenlenmeli, yenilikçi projelerin ortaya çıkması teşvik edilmelidir. Bu tür etkinlikler, yaratıcı düşünmeyi teşvik ederken, toplumda farkındalık yaratır (*Sürdürülebilir tasarım yarışmaları*).

Bu önerilerin uygulanması, geri dönüşüm bilincinin yaygınlaşmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Toplumun her kesiminin katılımıyla gerçekleştirilecek projeler, doğanın korunmasına yönelik önemli adımlar atılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Barunduk, M. (2022). Geri Dönüşüm Parkı Çocukları Bekliyor, <https://www.objektif20.com/Haber/-geri-donusum-parki--cocuklari-bekliyor-56456.html> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- Çimen, O., & Yılmaz, M. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin Geri Dönüşümle İlgili Bilgileri ve Geri Dönüşüm Davranışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 63-74.
- Dal, İ., & Cengiz Gökçe, G. (2019). Sürdürülebilirlik Yolunda “İleri Dönüşüm”: Bir Atölye Çalışması. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 9(20), 30-38.
- Demirçelik, M. (2023) Elâzığ Hipodromundaki ‘Geri Dönüşüm Parkı’na Büyük İlgi, <https://www.yarisdergisi.com/elazig-hipodromundaki-geri-donusum-parkina-buyuk-ilgi/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- Demirkan, G. Ç. (2023). Atık Cam Malzemenin Peyzaj Tasarımlarında Kullanılabilirliği. *Online Journal of Art and Design*, 11(5), 382-389.
- Dönmez, İ. E., & Dönmez, Ş. (2013). Ağaç Kabuğunun Yapısı Ve Yararlanma İmkanları. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 14, 156-162.
- Erdoğan Bayram, S. (2017). Katı Atıkların Geriye Kazanımı ve Tarımsal Kullanım Olanakları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(2), 62-65.
- Erdoğan Onur, B. (2013). Peyzaj Tasarım ve Yönetiminde Ekolojik Yaklaşım ve Sürdürülebilir Kent Hedefine Katkıları. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 2(5), 245-252.
- Ertek, A. (2022). “Merkezevendide Çocuklar İçin Geri Dönüşüm Parkı Tamamlandı”, <https://www.medya03.com/merkezevendide-cocuklar-icin-geri-donusum-parki-tamamlandi> [Erişim Tarihi: 30.10.2024].
- Francis, M. (2016). Homemade Backyard Play Tire Climbing Tower Project, <https://thehomesteadsurvival.com/homemade-backyard-play-tire-climbing-tower-project/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- Gülgün, B., & Türkyılmaz, B. (2001). Peyzaj Mimarlığında ve İnsan Yaşamında Ergonominin Yeri-Önemi ve Bornova Örneğinde Bir Araştırma. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 38(2), 127-134.

- Gündüzalp, A. A., & Güven, S. (2016). Atık, çeşitleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici: Çankaya belediyesi ve semt tüketicileri örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, 9(1), 1-19.
- Gürbüz, R., & Arıdağ, L. (2015). Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı İçin Asla ve Leed Kriterlerinin Karşılaştırılması. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 77-92.
- Gürer, A., & Sakız, G. (2018). Yetişkinlerin Küresel Isınma ile İlgili Bilgi Düzeyleri ve Geri Dönüşüm Farkındalıkları. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 1364-1391. <https://doi.org/10.15869/itobiad.376392>
- Kaçtıoğlu, S., & Şengül, Ü. (2011). Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü İçin Tersine Lojistik Ağı Tasarımı Ve Bir Karma Tamsayı Programlama Modeli. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 89-112.
- Karadağ, A. A., Korkut, D. S., Korkut, S., Köylü, G. P., & Kesim, G. A. (2017). Türkiye’de Peyzaj Uygulamalarında Ahşap Malzeme Kullanımı. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7(15), 83-98.
- Karadağ, A. A., Korkut, D. S., Korkut, S., Köylü, G. P., et al. (2017). Türkiye’de Peyzaj Uygulamalarında Ahşap Malzeme Kullanımı. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7(15), 83-98. <https://doi.org/10.16950/iujad.329085>
- Kumaş, P. (2024). Geri Dönüşüm Konusunda Farkındalık Oluşturma: Kompost Örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(2), 1032-1054. <https://doi.org/10.24315/tred.1415225>
- Kuşadası Belediyesi, 2020, GERİ DÖNÜŞÜM PARKI, <https://kusadasi.bel.tr/tr/geri-donusum-parki-p127> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- Oğuzhanoğlu, Z., (2023). *Çevresel Farkındalık Oluşturmada Geri Dönüşüm Parkları: Konya İli Kulu İlçesinde Örnek Bir Geri Dönüşüm Parkı Tasarımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özbakır Umut, M., Topuz, Y. & Nurtanış Velioğlu, M. (2015). Çöpten Geri Dönüşüme Giden Yolda Sürdürülebilir Tüketiciler. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 263-288. <https://doi.org/10.18026/cbusos.68623>
- Özer, C., 2020. Atıklar, Geri Dönüşüm Parkı Oldu, <https://www.cnnturk.com/yerel-haberler/adana/ceyhan/atiklar-geri-donusum-parki-oldu-1473181>: Tarihi: 28 Nisan 2021]. [Erişim Tarihi: 30.10.2024].
- Sezgin, S., & Aytar Sever, İ. (2022). Geri Dönüşümü Yapılan Ahşap Kullanımının Ekoloji ve İç Mekân Bağlamındaki Etkileri ve Kullanım Alanları. *Tasarım Mimarlık ve Mühendislik Dergisi*, 2(3), 229-237.
- Sezgin, S., & Sever, İ. A. (2022). Geri Dönüşümü Yapılan Ahşap Kullanımının Ekoloji ve İç Mekân Bağlamındaki Etkileri ve Kullanım Alanları. *Tasarım Mimarlık ve Mühendislik Dergisi*, 2(3), 229-237.

- Sözeri, K., 2020, "Çocuklara Geri Dönüşüm Parkı" ndan Sonra Masal Parkı, <https://www.denizliekspres.com.tr/cocuklara-geri-donusum-parki-ndan-sonra-masal-parki/24732/>: [Erişim Tarihi: 30.10.2024].
- Stutz, J., Donahue, S., Mintzer, E., & Cotter, A. (2003). Recycled rubber products in landscaping applications. *Resource and Environmental Strategies, Tellus Institute*.
- Tandoğan, O. (2018). Atık Malzemelerinin Mimaride Kullanımı. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(4)*, 189-202.
- Turhan, E. (2007). *Mimari Tasarımda Cam Kullanımı ve Alışveriş Merkezlerinde Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wilder, M. (2008). <https://www.flickr.com/photos/mateofiero/2240371725/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- Yaşar, Y., & Düzgüneş, E. (2013). Peyzaj Tasarımına Sürdürülebilirlik Kavramının Entegrasyonu: Bir Stüdyo Çalışması. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 3(7)*, 31-43.
- Yeşilay, S., & Biçer, Ö. (2020). Atık Camların Kalıpla Şekillendirme Tekniğinde Kullanımı. *Art-Sanat Dergisi, (14)*, 579-596.

İnternet kaynakları

- URL 1. Natural Tree Slice Garden Paths, <https://www.shelterness.com/tree-slice-garden-paths/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 2. Natural Wood Garden Steps Ideas <https://www.digsdigs.com/wood-garden-steps/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 3. Cordwood Fences, Signs & Gateways, <https://cordwoodconstruction.wordpress.com/2015/10/21/cordwood-signs-gateways-statements/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 4. Kieme senas kelmas? 20+ idēju kā iş jo sukurti, <https://www.neblondine.lt/kieme-senas-kelmas-20-ideju-ka-is-jo-sukurti/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 5. Eski araba lastiğinden salıncak (geri dönüşüm), <https://10marifet.org/yazi/eski-araba-lastiginden-salincak-geri-donusum/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 6. Pratik Bahçe Tasarımları ve Bahçe Dekorasyon Örnekleri. <https://mimuu.com/pratik-bahce-tasarimlari-bahce-dekorasyon-ornekleri/pratik-bahce-tasarimlari-ve-bahce-dekorasyon-ornekleri-0/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 7. Autoparque de diversiones / Ghost Train Park. <http://www.archkids.com/2011/06/autoparque-de-diversiones-ghost-train.html> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 8. <https://www.flickr.com/photos/7930204@N04/4529573641/in/photostream/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].

- URL 9. Amazing garden wine bottle crafts, <https://gardentherapy786.blogspot.com/2017/10/amazing-garden-wine-bottle-crafts.html> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 10. Awesome Ways to Re-Purpose Wine Bottles. <https://theownerbuildernetwork.co/ten-clever-ways-to-re-purpose-wine-bottles/#!/fancybox/32da3719/Wine-Bottle-Ideas-07.jpg> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 11. Unique Garden Border and Edging Ideas. <https://www.condoblues.com/2015/03/15-unusual-garden-border-edging-ideas.html> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 12. Çocuklar İçin Ahşap Tahterevalli Yapımı Kendin Yap. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=cZdcRkdc5fQ> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 13., 40 Amazing DIY Pallet Furniture Ideas. <https://www.boredart.com/2016/01/amazing-diy-pallet-furniture-ideas.html> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 14. Mersin’de “Geri Dönüşüm Parkı” Açıldı. <https://www.trthaber.com/haber/yasam/mersinde-geri-donusum-parki-acildi-414818.html>: [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 15."Elazığ Belediyesi Geri Dönüşüm Parkı" Açılış İçin Gün Sayıyor. <https://www.elazig.bel.tr/elazig-belediyesi-geri-donusum-parki-acilis-icin-gun-sayiyor/5459/>: [Erişim Tarihi: 30.10.2024].
- URL 16. Elazığ Hipodromundaki Geri Dönüşüm Parkı’na büyük ilgi. <https://www.yarisdergisi.com/elazig-hipodromundaki-geri-donusum-parkina-buyuk-ilgi/> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].
- URL 17. Hipodromda çocuklar için ‘Geri Dönüşüm Parkı’ kuruldu. <https://www.iha.com.tr/elazig-haberleri/hipodromda-cocuklar-icin-geri-donusum-parki-kuruldu> [Erişim Tarihi: 01.11.2024].

KÜLTÜREL MİRAS KAPSAMINDA TÜRK HAMAMLARININ MEKANSAL AÇIDAN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi SERDAR KASAP¹, Doç. Dr. PARİSA Güneş²,
Yüksek Mimar GİZEM SERİ YEŞİL³

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, serdar.kasap@bilecik.edu.tr 0000-0002-7847-3284

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, parisa.goker@bilecik.edu.tr 0000-0001-8876-2621

³gizem.serii@gmail.com 0000-0002-4226-7024

ÖZET

Tarih boyunca nesilden nesille aktarılarak günümüze ulaşan, Türk mimarisinin en özgün eserleri arasında yer alan hamamlar ve yıkanma geleneği Anadolu kültürler yelpazesinin ayrılmaz parçalarıdır. Hamam kültürü Türk dünyasında köklü bir geçmişe sahiptir. Bu çalışmada da Türk Hamamı'nın tarihsel geçmişi, mimari tipolojisi, işlevsellik ve geleneksel boyutları kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışma, tarama literatürü ile birlikte kişisel gözlem ve sözlü görüşmeler ile zenginleştirilerek, görsel materyaller ile desteklenmiştir. Çalışma kapsamında, Geleneksel Türk hamamlarındaki mahallerin neler olduğu hangi amaçlarda kullanıldığı hakkında bilgi toplayıp incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı Türk mimarisinin özgün yanlarını hamamlar üzerindeki mekânsal kurgusu üzerinden tanımak ve aktarmaktır.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel Türk mimarisi, Türk hamamı, hamam mimarisi, Kültürel Miras

SPATIAL ANALYSIS OF TURKISH BATHS WITHIN THE SCOPE OF CULTURAL HERITAGE

ABSTRACT

The baths and bathing tradition, which have reached the present day by being passed down from generation to generation throughout history and are among the most unique works of Turkish architecture, are inseparable parts of the cultural mosaic of Anatolia. The bath culture has a deep-rooted history in the Turkish world. This study comprehensively addresses the historical background, architectural typology, functionality, and traditional aspects of the Turkish bath. The work is enriched with personal observations and oral interviews alongside a literature review and supported by visual materials. Within the scope of this study, information was gathered and analyses were conducted regarding the different spaces in traditional Turkish baths and the purposes for which they were used. The aim of this study is to identify and convey the unique aspects of Turkish architecture through the spatial organization of baths.

Keywords: Traditional Turkish architecture, Turkish bath, bath architecture, Cultural Heritage

1. GİRİŞ

Tarih boyunca yaşam kaynağımız olan su her kültür ve her millet için yaşam biçimini belirleyici bir yere sahiptir. Vazgeçilemez bir değere sahip su, beden temizliği içinde önemlidir. Yıkama eylemi beden temizliği ve ruhu arındırma konusunda oldukça önemlidir. Bu eylemin gerçekleşmesi için de ilkel dönemlerden modern çağlara kadar belirli bir mekân arayışına geçilmiştir. Tarihe baktığımızda ilk hamam yapıları hakkında kesin bir şey söyleyememekle beraber bu amaçla inşa edilmiş yapı izlerine ilk olarak Hindistan, Mısır ve Antik Yunan uygarlıklarında rastlanmaktadır. Yıkama eylemi özellikle Antik Yunan'da önem kazanmış ve bu çağın insanları suyu bedeni temizleyen, ruhu rahatlatan ve aynı zamanda dinlendiren bir araç olarak kullanmışlardır. Hamam yapıları, Roma İmparatorluğu döneminde tanınmaya başlamış ancak Türkler tarafından toplumsal yaşamın önemli bir merkezi haline gelerek hamam kültürü ortaya çıkmıştır.

Tarih boyunca da hamamlar Türk geleneğinin vazgeçilmez önemli bir parçası haline gelmiştir. Böylelikle zaman içinde hamamlar Türklerin kültürü ve özgün mimarisi ile bütünleşerek Türklerin her gittikleri yere dönemler boyunca kalıcı eserler bıraktıkları yapılar arasına girmiştir [1].

Bu yapıları incelediğimizde geleneksel Türk mimarisinin özgünlüğünün mimariye yansıtılma biçimini ve hamamlar üzerindeki dönüşümünü net bir şekilde görmekteyiz. Böylelikle geleneksel Türk hamam kavramı zamanla Türklerin geleneği, göreneği, kültürü ve mimarisi ile bütünleşerek bir kalıp haline gelmiş ve gerek kalıcı eserler olarak gerek yazılı belgelerle nesilden nesille aktararak günümüze kadar ulaşmıştır.

2.HAMAM KAVRAMI VE TARİHÇESİ

Hamam yıkama eyleminin gerçekleştiği, farklı işlevleri olan mekânlar bütününe verilen addır. Farsça karşılığının "germ/sıcak" ve "âb/su" kelimelerinin birleşmesinden oluşarak germâbe yani kaplıca, ılıca anlamına gelmektedir [2].

Türkçe 'de ise "hamam" sözcüğü, özel bir düzen ile ısıtılan sıcak ve soğuk suyu bulunan yıkama amacıyla kullanılan yapılar olarak tanımlanır.

Eski çağlarda yerleşik hayata geçilmeden önce insanlar temizlenme ihtiyaçlarını su kenarlarına yakın yerlerde barınarak oradaki nehirlerden, ırmaklardan sağlamaktaydılar. Bu nedenle suyun kötülüklerden arındırıldığına inanır ve suyu kutsallaştırarak Hintliler Ganj nehrini, Mısırlılar Nil'i, Asurlular Fırat'ı kutsal sayıp, özel günlerde bu nehirlerle girerek günahlarından kurtulduklarına inanırlar [1].

Antik Romalıların hamam yapılarını ilk olarak Vezüv yanardağının patlaması sonrasında yıkıntılar altında kalan Pompeii şehrinde yapılan araştırmalar ve kazılar sonucunda Romalıların kullandığı hamamların kalıntılarına ulaşılmıştır. Bu hamamlara bakıldığında sadece temizlik işlevinde değil aynı zamanda eğlence mekanları olarak da kullanıldığı öğrenilmiştir. Romalılardaki sınıf ayrımı buradaki yapılarında da görülmektedir. Bu dönemde halk için olan hamamlara Balneum (çarşı hamamı) adı verilmiştir [3].

3.TÜRK MİMARİSİNDE HAMAMLAR

3.1 Türk Hamam Kavramı

Türkler tarih boyunca yaşadıkları her yerde kendi kültür ve özgünlükleri ile yoğrularak inşa etikleri her yapıda kalıcı izler bırakarak zamanla Türk kültürü kavramını ortaya çıkarmışlardır. Bu yapıların en gözde olanlarından biri de hamamlardır. Hamamlar tarih boyunca Türklerin geleneği ve kültürü ile evrilerek Türk hamam kavramını öne çıkarmıştır. Türk kültüründe hamamlar sadece yıkanmak amacıyla gidilen bir mekân olarak değil nesilden nesille aktarılan toplumsal hayatın vazgeçilmez kültürünün bir parçası halini alarak Türk kültürünün simgesi haline de gelmiştir.

3.2 Türk Hamamının Doğuşu

Türk hamamının tarihine baktığımızda Roma İmparatorluğuna dayandığını görmekteyiz. Roma İmparatorluğu böyle yapılara çok önem verir ve şehrin her bölgesinde sıklıkla inşa ederlerdi ta ki ikiye bölünüp Bizans İmparatorluğu ortaya çıkana kadar.

Anadolu da yaşayan Bizans, Türk ve İran kültürleri zamanla iç içe geçmeye başlayarak etkilenme süreci olmuştur. Bu süreçte Türkler hamam yapıları ile tanışarak kolay bir biçim de benimsemişlerdir. Lakin bazı Türk toplumları hala o dönemde yarı göçebe hayat yaşadıkları için hamam yapılarının inşasında çok bir ilerleme sağlayamamışlardır.

Göçebe bir hayat yaşamalarına rağmen Türkler hamamlara oldukça önem vermiştir. Bunu da Türkler göçebe hayatı yaşarken bile yanlarında taşıdıkları “Çerge” adı verilen tekerlekli çadır hamamlarında görmekteyiz. Hatta Anadolu Selçuklu Sultanı I. Alaaddin Keykubad’ın seferlerine giderken “Hamam-ı Seferi” denilen bir çadır hamamını yanında taşıdığı kaynaklardan bilinmektedir [1].

Anadolu devletlerinde Selçuklu İmparatorluğu ve sonrasında bölgedeki gücün simgesi haline gelen Osmanlı Devleti’nin de hamam yapıları benimsenmiş ve Osmanlı’nın özgün mimarisi ile bütünleşerek, 15. yüzyılda halka açık ilk Türk hamam örnekleri verilmiştir. Zamanla bu yapılar daha da benimsenip özgünleşerek İstanbul’un fethinden sonra bölgeye “Geleneksel Türk Hamamı” kavramı altında birçok özgün ve kalıcı yapılar inşa edilmiştir.

3.3 Hamam Çeşitleri

Osmanlı Hamamlarına bakıldığında temelde üç çeşit hamam görmekteyiz bunlar şu şekildedir: Halk (çarşı) hamamları, özel (konak, yalı, saray) hamamlar ve kaplıcalar.

Halk Hamamları: Halk hamamları genellikle çifte hamam olarak inşa edilirdi ve bu hamamlar aynı külhandan ısıtılan birbirine yapışık olacak şekilde yapılmış hem kadınlara hem erkeklere aynı anda farklı mekânlarda hizmet veren yapılardır. Çifte hamamlarda girişler kadın ve erkek için ayrı ayrı yerden sağlanmıştır. Kadınların girişleri mahremiyeti korumak adına ana cadde yerine tali yola açılmasına dikkat edilmiştir [4]. Bu hamamlar halkın kullanması için inşa edilmiştir. Halk hamamları yapının arsasında bulunduğu yere (konut veya ticaret bölgesi) veya nüfus yoğunluğu gibi etkenlere bağlı olarak tek veya çifte hamam olarak inşa edilmektedir [5].

Özel Hamamlar: Konaklar, Kışlalar, Saraylar, Okullar, Hastaneler ve Dervişler gibi sınırlı sayıdaki kişilerin kullanımına açık olan bu tip hamamlar bazen bağımsız yapılar olarak, bazen de büyük bir yapı kütesi içinde hacimler halinde tasarlanmıştır. Hamamlara göre sayıca az olan

özel hamamlar, hamamların küçük örnekleri olarak değerlendirilmiş, gerekmedikçe soyunma odaları, hatta bazen ılık odaları dahi yapılmamıştır [5].

Kaplıcalar: Türkler sıcak maden sularının çıktığı kaynakların yakınlıklarına hamamlar yaparak bu suyu tedavi amaçlı kullanmışlardır. İşte bu şifa merkezlerine kaplıca/ılıca denilmektedir. Bu şifa merkezlerinde yüzme havuzları ve Türk tipi kurnalı yıkanma yerleri bulunmaktadır. Buralara girmek isteyenler öncelikle kendilerinin vücut temizliklerini yapmak zorundadırlar. Osmanlı toplumu hamamları bedensel ve ruhsal arınma merkezleri olarak kullanmış ve yıkanma ortamlarında üzüntü ve sevinçleri paylaşmaya çalışmıştır. Her sosyal olayda hamama gitmeyi seven Türkler, burada düğün, sünnet, doğum gibi törenlerde bir eğlence merkezi haline getirmişlerdir [4].

4. TÜRK HAMAMLARININ MİMARİ TİPOLOJİSİ

4.1 Türk Hamamlarının Mimari Tipolojisi

Hamamlar su mimarisindeki en önemli yapılandıdır. Osmanlı mimarları, Roma İmparatorluğu'nda yapılan hamamlarla aynı ısıtma sistemlerini kullansalar da mimari açıdan Roma hamamlarından farklı hamamlar inşa etmişlerdir. Osmanlı hamamları ile Roma hamamları arasındaki temel farklardan biri de Osmanlı hamamlarında soğuk ve sıcak su havuzlarının bulunmamasıdır [1].

Türk hamamlarının kendine has özellikleri yalnızca geleneksel yapıya sahip ve ortak kullanılan Türk hamamlarında görülmektedir. Öncelikle bu binaların cephe tasarımı genel olarak oldukça sade ve basit bir görünüme sahiptir. Türk hamamlarının dış tasarımında ilk göze çarpan özellik bu yapıların çoğunun kubbeli olmasıdır. Bu kubbeler gün içerisinde fazla nemin dışarı çıkmasına ve doğal ışığın mekâna girmesine olanak tanımaktadır.

Türk hamamlarının mimari tipolojileri üzerine çalışma yapan uzmanlar, hamam yapılarının plan ve görünüşlerinde çok fazla değişiklik olmadığını, aynı modelin biraz değiştirilerek emel fikrin her zaman korunduğunu belirtmektedir.

Hamamlar sıcaklık düzeni açısından bütün hamamların sıcaklıklarının aksiyel ve radyal şemalara bağlı kaldıkları için Türk hamamlarının plan şemalarını sınıflandırılırken sıcaklığı esas olarak altı gruba ayırmışlardır [3].

- a) Haçvari dört eyvanlı ve köşe hücreli tip,
- b) Yıldızvari sıcaklık tipte,
- c) Kare sıcaklık etrafında sıralanan halvet hücreli tip,
- d) Çok kubbeli sıcaklıklı tip,
- e) Orta kubbeli, enine sıcaklıklı ve çifte halvetli tip,
- f) Soğukluk, sıcaklık, halvet eş odalar halinde olan tip

4.1.1 Haçvari Dört Eyvanlı ve Köşe Hücreli Tip

XIV. Yüzyıla kadar büyük hamamlarda kullanılan plan tipinin genel özellikleri, kubbeli bir orta mekân içerisinde birbirine dik ve eksensel olarak simetrik bir şekilde dizilmiş dört eyvandan oluşan sıcaklık şeması örneği olarak gösterilmektedir [3].

Sıcaklığı haçvari tip olarak adlandırılan A Tipi şemalarda sıcaklığın dört tarafında eyvanlar bulunmaktadır. Köşelerinde halvetler yer almaktadır ve biri giriş eyvanıdır. Halvetlerin sayısı hamamın boyutlarına göre farklılık göstermektedir [1].

4.1.2 Yıldızvari Sıcaklık Tip

Bu tipteki hamamlarda genel yıkanma yerleri altılı, yedili ve sekizli çokgen şeklinde olup göbek taşı etrafında sıralanmışlardır. Orta alanı çevreleyen duvarın içinde tonozlu nişler yer almaktadır. Bu plan şeması kaplıca ve hamamlarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Özel yıkanma yerleri olan halvetler bunlara birer kapı ile açılan arka veya köşe hacimler şeklinde inşa edilmiştir [6].

4.1.3 Kare Sıcaklık Etrafında Sıralanan Halvet Hücreli Tip

Diğer iki tipe kıyasla daha basit bir şekli vardır. Dikdörtgen ya da kare şeklindeki bir sıcaklık ile orta alanın bir, iki veya üç kenarına bitişik olarak dizilmiş halvet hücreleri bulunmaktadır.

4.1.4 Çok Kubbeli Sıcaklıklı Tip

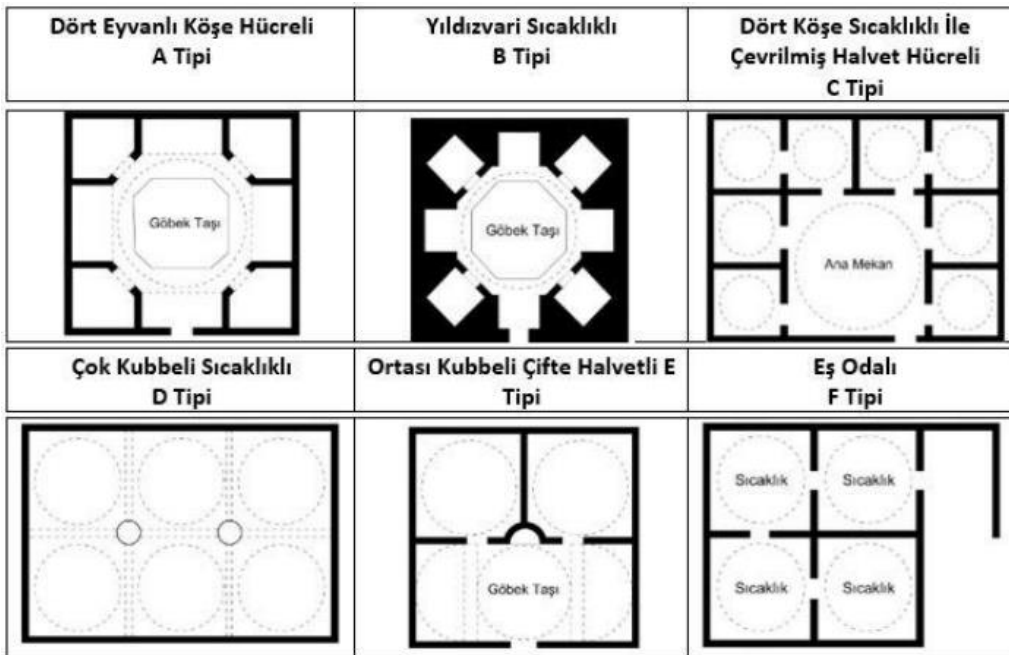
Bu tip planlarda sıcaklık kemerler yardımı ile eş bölümlere ayrılmıştır. Ayrılan bu bölmelerin üstleri eş kubbeler ile örtünmüştür. Bölme işleminde kullanılan kemerlerin orta kısımlarına taşıyıcı sütunlar eklenerek yüklerin zemine doğru aktarılması sağlanmıştır. Bu planlamada büyük kubbenin altında herhangi bir göbek taşı bulunmamaktadır.

4.1.5 Orta Kubbeli, Enine Sıcaklıklı ve Çifte Halvetli Tip

Bu şekildeki planlı hamamlar dar ve enine uzun olup sıcaklığın şekli dikdörtgendir. Yan bölümleri tonozla kapatılan bu tipin orta bölümü ise kubbelidir. Ana mekândan yan yana bulunan iki oda biçimindeki halvetlere geçilmektedir. Bu tipteki hamamlarda bulunan ortak özellik ise iki halvet arasındaki duvarda mihrap şeklinde bulunan niştir [1].

4.1.6 Soğukluk, Sıcaklık, Halvet Eş Odalar Halinde Olan Tip

Genel olarak küçük ölçeklerdeki özel hamamlarda rastlanan bu tipteki bütün mekânlar, hemen hemen aynı büyüklükte olup, kubbeli odalar şeklinde düzenlenmiştir. Bu odaların hepsi birbiriyle bağlantılıdır. Bu hamam tipinde İstanbul'da bulunmamaktadır [4].



Görsel 1. Hamam Yapılarını Tipolojik Sınıflandırması [7].

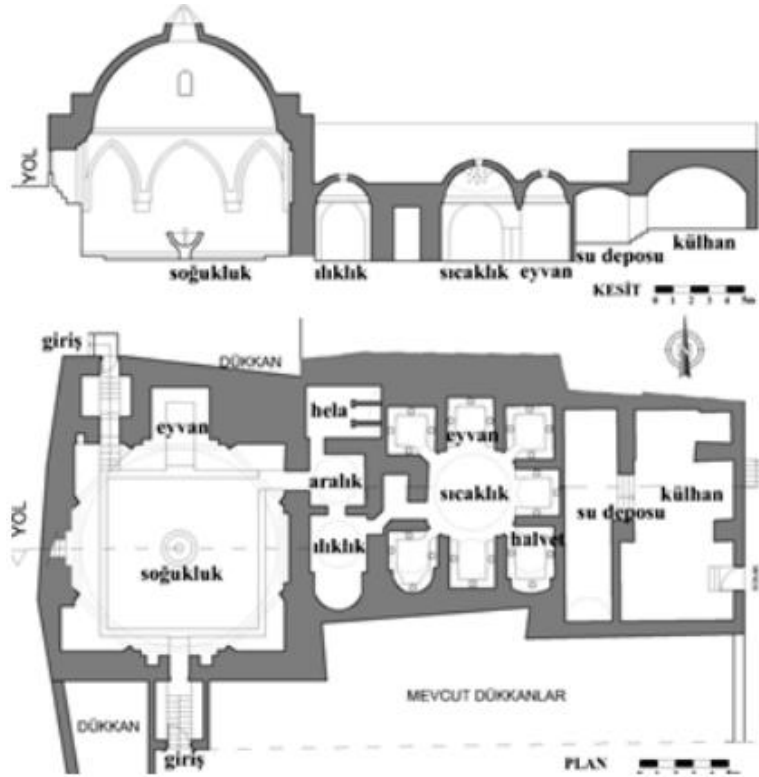
5.GELENEKSEL TÜRK HAMAMLARININ MAHALLERİ

Hamam yapıları dönem dönem incelendiği zaman mimari gelişimi ve işleyişinde ne kadar farklılıklar oluşsa da temelde hamam mekanları benzerlik göstermektedir. Geleneksel Türk hamamlarını incelediğimizde ise hamam mekanları şu şekildedir.

- 1) Soyunmalık (Camekan)
- 2) Aralık
- 3) Soğukluk (Ilıklık)
- 4) Sıcaklık
- 5) Külhan
- 6) Isıtma Sistemi



Görsel 2. Türk Hamamı Mekanları



Görsel 3. Türk Hamamı Plan Örneği [8].

5.1 Soyunmalık (Camekan)

Hamamların en geniş alanları olup gelenlerin yıkanmak için kıyafet değiştirdikleri, yıkandıktan sonra ise dinlenmek için kullandıkları alandır. Soyunmalık mekanların üstü kagir bir kubbe veya ortası fenerli bir tavan ile örtünürken duvarlarında taştan veya ahşaptan yapılmış bir seki üstünde sedir bulunur. Bu sedirin altında ayakkabı ve nalınları koymak için küçük nişler yer alır. Bu nişler XV. yüzyıldan sonra yaygınlaşmıştır.

Soyunmalık alanı genel olarak ısıtılmaz ve ortada odaya serinlik vermesi amacıyla fıskiye havuz yapılmıştır [3].

5.2 Aralık

Soyunmalık ile ılıkılık arasında bir geçit olarak düzenlenen bu bölümde hela ve tıraşlık gibi mekanlar yer almaktadır. Anadolu Selçuklu hamamlarının çoğunda bulunan aralığın boyutları 15. yüzyılda küçülmeye başlamış, 16.yüzyılda ise ortadan kalkınca soyunmalıktan ılıkılığa geçilmiştir. Aralık mekanı bulunmayan hamamlarda, buhar çıkışına olanak sağlamak ve böylece soyunmalığın nemlenmesini önlemek amacıyla, soyunmalık ile ılıkılık arasındaki kapının soyunmalığa bakan cephesinin üst kesimine yaşmaklı / davlumbazlı bir baca yerleştirilmiştir [9].

5.3 Soğukluk (Ilıklık)

Ilıklığın amacı sıcaklığa girmeden önce veya sıcaklıktan çıktıktan sonra vücudu alıştırmak için kullanılan genellikle enine doğru uzanan dikdörtgen şeklindeki mekandır. Bu alanlarda vücudu dinlenmek için mermer setler yapılırken bir yandan da tıraşlık adı verilen temizlik hücreleri ve dehliz gibi geçişi olan tuvaletler yer almaktadır. Ilıklığın üstü beşik tonozlar ve kubbeler ile örtünürken bazen de her ikisinin bir arada kullanıldığı yerlerde görülmüştür [6].

5.4 Sıcaklık

Genellikle merkezi bir kubbe ve onun etrafında simetrik olarak düzenlenmiş halvet ve eyvanlardan oluşur. Yıkama eylemi burada gerçekleşirken kurna adı verilen yıkanma havuzları ve mekânın orta kısmında altıgen, sekizgen veya çokgen olacak şekilde mermerden yapılmış bir göbek taşı yer alır. Bu alana ışık kubbeler üzerinde bırakılan deliklerden içeri alınır.

Eyvan; hamamın sıcaklık kısmında yer alan, üç tarafı kapalı, bir yan açıklığı ile merkezi bir mekâna kemerle bağlanan, tabanı kare veya kareye yakın dikdörtgen olan ortak yıkanma yerleridir [3].

Halvet; merkezi bir mekândan veya eyvandan girilen ve eyvanlar arasında yer alan, kare, dikdörtgen veya çokgen planlı olup üzerleri kubbe veya tonoz ile örtülüdür. Bunlar genellikle daha fazla sıcaklıkta yıkanmak isteyenlerin kullandığı mekanlardır [3].

5.5 Külhan

Külhan hamamının ve suyun ısıtılmasını sağlamak için ateşin yandığı yerdir. Bu alan hamamın iç mekânından bağımsız olup dışardan ayrı bir girişi bulunmaktadır. Burada yanan ateş hamamın altında bulunan cehennemlik olarak bilinen hava kanallarını dolaşır daha sonra duvarların içerisinde yer alan bacalardan dışarıya çıkar. Cehennemlik adı verilen kanallar sıcaklık ve ılıkılık mekanlarının altında yer alır.

6.SONUÇ

Türkler, tarih boyunca kendi kültür ve özgünlüklerini koruyup harmanlayarak inşa ettikleri tüm yapılar üzerinde kalıcı izler bırakmışlardır. Türk kültüründe önemli yere sahip hamamlar temizliğin ve sosyalleşmenin simgesi olarak benimsenmiş güçlü bir geleneğe sahiptir. Anadolu da yaşayan çeşitli ırk ve kültürlerle sahip olan milletler zaman içerisinde birbirinden etkilenme süreci olmuştur. Bu süreçte hamamlar Türk kültürü ve mimarisi ile bütünleşerek daha özgün ve kalıcı eserler üretmeye devam etmiştir. Yaşam kaynağı olan suyun yıkanma eylemi ile hamamlarda hayat bulması ve hamam kültürünün Türklerle özdeşleşmesi gerek kültürel gerekse mimari açıdan oldukça önem taşımaktadır.

Anadolu'da zamanla güçlü bir uygarlık kuran Türkler hamam mimarisinin gelişmesini sağlamışlardır. Anadolu'nun çeşitli yerleşimlerinde birçok tarihi hamam yapısı örneği bulunmaktadır. Türk toplumlarında oldukça önemli bir yere sahip olan ve kullanılan hamam yapılarını günümüzde unutulmuş hamam kültürüne rağmen korumak bir gerekliliktir. Türk mimarisinin özgün yapı eserleri arasında yer alan hamamlar mimari miras olarak gelecek nesillere aktarılmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1]. Çelik, E., (2018). *Geleneksel Türk Hamamlarının Mekânsal Açısından İncelenmesi Ve Çağdaş Yorumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Danışman Prof. Dr. Ali Işık Aydemir, İstanbul
- [2]. Avcı, O., (2021). *Türk Hamamının Özgünlüğü Sanat Tarihi Dergisi*, 30 (2), 1465-1489, Doi: 10.29135/Std.908497.
- [3]. Yaman, T.C., (2010). *Türk Hamamlarının Mekânsal Kurgusu 'İstanbul Hamamları'*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Danışmanı Yard. Doç. Dr. Saadet Aytıs, İstanbul
- [4]. Akkese, A., (2017). *GiDeyiM De KendiMi BiR ÇiğneteyiM Yabancı Seyyahlara Göre Osmanlı Hamamı*, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Osmanlı Mirası Araştırmaları Dergisi (Omad), Cilt 4, Sayı 8, Mart 2017, S. 133-149, Doi: 10.17822/Omad.2017.57.
- [5]. Ertuğrul, A., (2015). İstanbul Hamamları Ve Mimarisi, *Büyük İstanbul Tarihi, Cilt No: 8, Osmanlı İstanbul'unun Yapı Bazında Mirası*, S. 450
- [6]. Ertuğrul, A., (2009). Hamam Yapıları Ve Literatürü. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi* (13), S. 241-266.
- [7]. Torun, F., K., (2023). Tarihi Hamam Yapılarının İç Mimari Bağlamda İncelenmesi: Kars/Merkez, *International Social Sciences Studies Journal*, Vol:9, Issue:114.
- [8]. Dağtekin, E., E., (2021). Urfa Şehrinin Geleneksel Hamamların Genel Özellikleri, *Vakıflar Dergisi*, Sayı:56.
- [9]. <https://www.esergultekin.com/i%cc%87slam-i%cc%87nancina-go%cc%88re-tu%cc%88rklerde-yikanma-ku%cc%88ltu%cc%88ru%cc%88-ve-tu%cc%88rk-hamam-mi%cc%87mari%cc%87si%cc%87/> (Erişim Tarihi: 08.10.2023)

ÇOCUK OYUN ALANLARININ İNCELENMESİ; BİLECİK ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi, SERDAR KASAP¹, Doç. Dr. PARİSA GÜNEŞ²,

Yüksek Mimar, GİZEM SERİ YEŞİL³

¹ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, serdar.kasap@bilecik.edu.tr 0000-0002-7847-3284

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, parisa.goker@bilecik.edu.tr 0000-0001-8876-2621

³ İstanbul Beykent Üniversitesi, gizem.serii@gmail.com 0000-0002-4226-7024

ÖZET

Çocukların gelişimi açısından oyun oynama ve kent içerisinde bulunan oyun alanlarına erişim oldukça önemlidir. Kentsel mekanlarda üretilen çocukların oyun alanları ile ilgili yapılan çalışma ve girişimler yerel yönetim düzeyinde çocuk eylem planlarının üretilmesini sağlamaktadır. Çocuk gelişiminde önemli bir yere sahip olan oyunun bireylerin hayal etme, düşünme, sosyal, fiziksel ve problem çözme yetenekleri ile birlikte denge ve koordinasyon kabiliyetlerinin öğrenme ve geliştirmelerine de olanak tanıdığı görülmüştür. Çocuk oyun alanlarının yeterli donanım ve büyüklüğe sahip olması, çocuk oyun alanı tasarım ilkelerine uygun olarak yapılması ve iyi yönetilmesi gereken mekanlardır. Çalışma kapsamında, Bilecik il merkezi içerisinde bulunan çocuk oyun alanlarının mevcut durumlarının çocuk oyun alanlarının tasarım ilkeleri ve yeterli büyüklükte olmaları kapsamında incelemesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, Çocuk Oyun Alanı, Oyun Alanı Tasarım İlkeleri, Bilecik İl Merkezi

INVESTIGATION OF CHILDREN'S PLAY AREAS; BİLECİK EXAMPLE

ABSTRACT

Play and access to play areas within the city are crucial for children's development. Studies and initiatives related to children's play areas in urban spaces have led to the creation of child action plans at the local government level. Play, which holds an important place in child development, has been shown to enable individuals to learn and improve their imagination, thinking, social, physical, and problem-solving abilities, along with their balance and coordination skills. Children's play areas must have adequate equipment and size, be designed according to play area design principles, and be well-managed spaces. This study examines the current status of children's play areas in the city center of Bilecik, in terms of design principles for play areas and their adequate size.

Keywords: Child, Children's Play Area, Play Area Design Principles, Bilecik City Center

1. GİRİŞ

Çocukluk dönemi, bireyin yaşamının başlangıcını oluşturmakla birlikte, kişilik ve bilişsel gelişimin temellerinin atıldığı kritik bir evreyi ifade etmektedir. Bu dönemde çocukların yeteneklerinin şekillendiği ve gelişim süreçlerinin desteklendiği önemli alanlardan biri, çocuk oyun alanlarıdır. Oyun, çocukların fiziksel, bilişsel ve sosyal gelişimlerini destekleyen, aynı zamanda öğrenme süreçlerini pekiştiren önemli bir etkinliktir. Çocuk oyun alanları, çocukların

gelişimsel ihtiyaçlarına uygun, güvenli ve yaşa uygun oyun ekipmanlarıyla donatılmış, fiziksel ve sosyal etkileşimi teşvik eden açık alanlardır. Bu alanların tasarımında çevresel sürdürülebilirlik, doğaya zarar vermeme ve çocukların gereksinimlerinin karşılanması temel ilkeler olarak gözetilmelidir.

Bu çalışma, Bilecik il merkezindeki çocuk oyun alanlarının tasarımını incelemekte ve mevcut oyun alanlarının tasarım ilkelerine uygunluk ile yeterliliklerini değerlendirmektedir. Ayrıca, çocuk oyun alanlarının çocukların gelişimsel gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığı da araştırılmaktadır. Elde edilen bulgular, çocuk oyun alanlarının daha etkin ve fonksiyonel hale getirilmesi için öneriler sunmaktadır.

2. ÇOCUK GELİŞİMİ VE OYUN ALANLARI ÜZERİNE KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Çocukluk Döneminin Tanımı ve Önemi

Çocukluk, insan gelişiminde bebeklik ile ergenlik dönemi arasındaki özel bir evreyi temsil eder. Bu dönemin yaş aralığına dair kesin bir mutabakat olmamakla birlikte, Birleşmiş Milletler'in tanımına göre, 0-18 yaş arasındaki bireyler çocuk olarak değerlendirilmektedir [1]. Çocukluk dönemi, bireyin gelecekteki kişilik özelliklerinin ve bilişsel yeteneklerinin temellerinin atıldığı kritik bir gelişim sürecidir. Bu dönemde edinilen deneyim ve bilgiler, bireyin yaşamında uzun süreli ve derin etkiler bırakma potansiyeline sahiptir; bu etkilerin yoğunluğu, yaşamın diğer dönemlerinde kazanılan deneyimlerle karşılaştırıldığında belirgin şekilde fazladır.

2.2. Çocuk Gelişiminin Temel Boyutları: Fiziksel, Bilişsel, Duygusal, Sosyal ve Ahlaki Aşamalar

Gelişim, bireyin doğumundan ölümüne kadar süren ve fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal alanları kapsayan dinamik bir süreçtir. Canlıların tümünde gözlemlenen bu değişim, bireyin yaşamını şekillendiren büyüme ve olgunlaşma evrelerinden oluşur [2]. Özellikle çocukluk dönemi, bireyin gelecekteki kişiliğini ve bilişsel yetilerini belirleyen önemli bir süreçtir. Bu dönemde kazanılan bilgi ve deneyimler, bireyin yaşamında kalıcı etkiler bırakır ve yaşamın sonraki evrelerinde önemli rol oynar. Gelişim, genellikle yaşa göre belirlenen belirli dönemlere ayrılmakta olup; bebeklik (0-2 yaş), ilk çocukluk (2-6 yaş), son çocukluk (6-12 yaş) ve ergenlik (12-18 yaş) dönemlerinden oluşur [3].

Fiziksel gelişim, bireyin bedensel yapısının büyüme ve olgunlaşma süreçlerini kapsar. Doğumla birlikte başlayan ve giderek yavaşlayan bu süreçte, kemik ve kas yapılarının yanı sıra iç organların gelişimi, fiziksel sağlığın önemli göstergeleridir [4]. Fiziksel gelişimde yaşanan aksaklıklar, bireyin hem günlük işlevlerini yerine getirmesini hem de psikososyal uyumunu etkileyebilir. Örneğin, yürüyüş gibi temel motor becerilerin gelişimi, uygun fiziksel olgunluğa bağlıdır.

Bilişsel gelişim, çocuğun zihinsel süreçleriyle çevresini anlamlandırması ve öğrenme kapasitesinin genişlemesiyle ilgilidir. Çocuk, doğumdan itibaren çevresindeki olayları ve nesnelere keşfederek zihinsel gelişim gösterir. Bu süreçte bilişsel yetenekler, bireyin bilgi işleme ve nesnelere sürekliliğini kavrama becerileriyle şekillenir [5-6].

Duygusal ve sosyal gelişim, bireyin duygusal tepkilerini ve toplumsal ilişkilerini geliştirdiği bir süreçtir. Çocukluk döneminde aile ve sosyal çevre ile kurulan etkileşimler, duygusal ve sosyal

becerilerin temellerini oluşturur. Çocuğun, kendine güven geliştirmesi ve sosyal uyum sağlaması, büyük oranda çocukluk döneminde edindiği deneyimlere dayanır. Sağlıklı bir sosyal gelişim için çocukluk döneminde güvenli bir çevrenin sağlanması önem arz eder.

Ahlaki gelişim ise bireyin toplumla uyumlu değer ve normları içselleştirme sürecidir. Çocuklar, sosyal etkileşimler yoluyla toplumun etik kurallarını öğrenir ve deneyimlerinden yola çıkarak ahlaki bir anlayış geliştirirler. Bu süreçte aile ve çevrenin etkisi belirgin bir rol oynar, çünkü çocuk ahlaki değerleri büyük ölçüde gözlem yoluyla edinir.

2.3. Çocuk Oyunlarının Gelişimsel ve Sosyal İşlevleri: Eğitsel, Sosyal ve Bilişsel Katkıları

Oyun, çocukların bilişsel, duygusal ve fiziksel gelişim süreçlerinin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Çocuk, oyun aracılığıyla yalnızca eğlenmekle kalmaz, aynı zamanda duygusal dünyasını keşfeder ve anlamlandırır. Bu süreç, çocuğun içsel dünyası ile dış dünyası arasındaki etkileşimi pekiştiren bir köprü işlevi görmektedir. Oyun, çocuğun duygusal ve bilişsel evrimini destekleyerek, onun çevresiyle etkileşimini derinleştirir.

Psikanaliz teorisinin kurucusu Sigmund Freud'a göre oyun, çocuğun bilinçli farkındalığının ötesinde, bilinçdışı dürtülerinin ve duygusal durumlarının dışavurumudur. Freud, oyunun, çocuğun yaşadığı travmatik deneyimlerin yeniden canlandırılması ve bu deneyimlerin üzerinden sağlıklı bir şekilde geçilmesi için bir fırsat sunduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, oyun, çocuğun psikolojik iyileşme sürecinde bir araç olarak işlev görmektedir. Çocuk, oyun yoluyla korkularını, kaygılarını ve çatışmalarını dışa vurur, aynı zamanda bu duygusal yükleri yeniden yapılandırarak başa çıkma mekanizmalarını geliştirir.

Fiziksel açıdan oyun, motor becerileri ve dengeyi geliştiren, çocukların hareket yeteneklerini destekleyen bir etkinliktir. Çocuklar, oyun yoluyla hem kendilerini hem de çevrelerini daha iyi tanır ve toplum içindeki yerlerini keşfederler. Oyun, çocukların kendilerini ifade etmelerine, fiziksel becerilerini geliştirmelerine ve sosyal çevreleriyle etkileşime girmelerine imkân tanır. Bu sayede, çocuklar oyun sürecinde bedenlerini tanır, koordinasyon ve motor becerilerini güçlendirir, böylece gelişimsel süreçlerini desteklemiş olur. Sosyal ve bilişsel gelişimde de oyun, çocuklara problem çözme, iş birliği ve kuralları anlama becerileri kazandırır.

2.4. Çocuk Oyun Alanlarının Büyüklük, Yaş Grupları ve Yapım Amaçlarına Göre Sınıflandırılması

Çocuk oyun alanları, büyüklükleri, hedefledikleri yaş grupları ve kullanım amaçlarına göre farklı kategorilerde sınıflandırılabilir. Bu sınıflama, çocukların yaşlarına ve gelişim düzeylerine uygun güvenli, eğitici ve eğlenceli alanların tasarlanmasına yardımcı olur.

Büyüklüklerine göre ayrılan oyun alanları çocuk bahçeleri, semt oyun alanları ve büyük oyun alanları olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmaktadır.

Çocuk bahçeleri, 6 yaş altındaki çocuklar için özel olarak tasarlanmış oyun alanlarıdır ve bu alanlarda 0-3 yaş grubu için ayrı oyun elemanları yer almalıdır. Ayrıca, ebeveynler için oturma alanları ve diğer gereksinimlere yönelik düzenlemeler yapılmalıdır. Semt oyun alanları, 5-16 yaş arasındaki çocuklara yönelik fiziksel aktiviteler, spor alanları ve sosyal etkileşim fırsatları sunar [7]. Büyük oyun alanları ise hem yetişkinlerin hem de çocukların çeşitli fiziksel aktiviteler gerçekleştirebileceği geniş alanlardır.

Yaş gruplarına göre ayrılan oyun alanları 0-3 yaş grubu, 4-7 yaş grubu, 8-15 yaş arası oyun alanları olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmaktadır.

0-3 yaş grubu için küçük, güvenli alanlar yaratılmalı ve çocuk ölçeğine uygun ekipmanlar kullanılmalıdır. 4-7 yaş grubu, daha hareketli oyunlarla fiziksel gelişim gösterdiğinden, bu yaş aralığına uygun daha dinamik oyunlar tasarlanmalıdır [8]. 8-15 yaş arası çocuklar için tasarlanan alanlarda ise, fiziksel aktiviteleri teşvik eden oyun ekipmanları yer almalı ve çocukların sosyalleşmesi sağlanmalıdır.

Yapım amacına göre oyun alanları, geleneksel oyun alanları, çağdaş heykelsi oyun alanları, macera oyun alanları, yaratıcı oyun alanları ve özel oyun alanları olarak sınıflandırılabilir. Geleneksel alanlar, güvenlik eksiklikleri olsa da çocukların motor gelişimlerini destekleyen oyunlar içerir. Çağdaş oyun alanlarında ise estetik ve işlevsellik ön planda olup, su fiskiyeleri ve tırmanma alanları gibi öğeler bulunur. Macera alanlarında çocuklar, ebeveynlerinin rehberliğinde kendi oyunlarını kurarken, yaratıcı alanlar çocuklara kendi oyun dünyalarını yaratma fırsatı sunar. Özel oyun alanları ise engelli çocuklar için tasarlanmış, sosyal ve fiziksel etkileşim sağlayan alanlardır [9].

2.5. Çocuk Oyun Alanları Tasarım İlkelerinin Güvenlik, Ergonomi, Erişilebilirlik ve Çevresel Faktörlerle Entegrasyonu

Çocuk oyun alanları, bireylerin erken yaşlardan itibaren gelişimsel süreçlerinin desteklenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu alanlar, yalnızca eğlence sağlamakla kalmayıp, çocukların fiziksel, bilişsel ve sosyal gelişimlerini teşvik eden, aynı zamanda çevresel, güvenlik ve erişilebilirlik faktörleriyle uyumlu bir şekilde tasarlanmalıdır. Oyun alanlarının tasarımına yönelik önemli ilkeler arasında, güvenli, ergonomik ve erişilebilir olmalarının yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik ve estetik değerlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir [10].

Oyun alanlarının yerleşim planı, çocukların kolayca erişebileceği, ebeveynleriyle birlikte rahatça ulaşabileceği konumlarda olmalıdır. Ayrıca, bu alanlar konutlara yakın, ulaşım açısından erişilebilir, yeterli büyüklükte ve güvenli olmalıdır [10]. Bu bağlamda, oyun alanları, yerleşim alanları ile entegre olacak şekilde, kısa mesafede erişilebilecek ve hızlı ulaşılacak alanlarda konumlandırılmalıdır.

Oyun alanlarının tasarımında, yaş gruplarına özgü farklı ihtiyaçların karşılanması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, oyun alanları 0-3, 4-7, 8-15 ve 15-18 yaş aralıklarına göre belirlenmeli ve her bir yaş grubu için uygun donatılar ve ekipmanlar sağlanmalıdır. Çocukların gelişimsel özellikleri dikkate alınarak, her yaş grubu için farklı oyun türlerine olanak tanıyan bir düzenleme yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda, alanlar farklı oyun bölümleri ve çeşitlilik sunacak şekilde düzenlenmeli, böylece çocukların gelişim düzeylerine uygun etkinlikler sunulmalıdır [3].

Çocuk oyun alanları, evrensel tasarım ilkelerine göre şekillendirilmeli ve her yaştan, her yetenekten bireyin erişimine uygun olmalıdır. Oyun alanlarının güvenliğini sağlamak amacıyla, özellikle oyun alanı çevresinde güvenlik önlemleri alınmalı ve bu amaçla güvenlik kameraları gibi izleme sistemleri kullanılmalıdır. Zemin kaplaması seçimi, çocukların düşme sonucu alacakları zararları en aza indirecek şekilde yapılmalı, bisiklet, tekerlekli sandalye gibi araçlarla rahatça kullanılacak özellikler taşıyan malzemeler tercih edilmelidir [10].

Oyun alanlarındaki yolların genişliği de büyük önem arz etmektedir. Ebeveynlerin bebek arabası, bisiklet ya da tekerlekli sandalye gibi araçlarla alanı kullanabilmesi için yolların en az 1,5 metre genişliğinde olması gerekmektedir. Oyun alanı, aynı zamanda ebeveynlerin de rahatça oturabileceği, dinlenebileceği ve çevreyle etkileşimde bulunabileceği bir tasarıma sahip olmalıdır. Bu doğrultuda, oyun alanında oturma birimleri, çeşmeler, çöp kutuları gibi donatılar bulunmalıdır (Bal, 2005). Ayrıca, oyun alanlarının düzenli bakımı, alanın güvenliği ve işlevselliği açısından kritik öneme sahiptir. Oyun alanlarında, güvenliği artırıcı yönlendirme tabelaları, aydınlatma elemanları ve diğer destekleyici unsurlar yer almalıdır [11].

Zemin kaplamaları, oyun alanlarının güvenliğini sağlamak için belirleyici faktörlerden biridir. Zemin kaplamaları, darbe emici özelliklere sahip, kaymaz, hijyenik, dayanıklı ve estetik olmalıdır. Kauçuk malzemeler, renkli ve çocukların ilgisini çekici özellikleri nedeniyle tercih edilse de yüksek sıcaklıklarda yaydığı kokular nedeniyle dikkatle kullanılmalıdır. Zemin malzemeleri, çocukların düşme esnasında alacakları zararı en aza indirme amacı güderek seçilmelidir [10].

Oyun alanlarında sınırlandırma ve kuşatma elemanları da güvenlik açısından büyük bir öneme sahiptir. Oyun alanları, güvenliği sağlamak amacıyla çitler, parmaklıklar ve doğal taşlar gibi unsurlarla sınırlanabilir. Bu elemanlar, sade, sağlam ve işlevsel olacak şekilde tasarlanmalı, çocuklara zarar vermemelidir. Bitkisel kuşatma elemanları da, çocukların güvenliğini tehdit etmeyecek şekilde seçilmelidir [3].

Oyun alanlarında güneşten korunma ve dinlenme alanları sağlamak için gölgeleme elemanları ve oturma alanları bulunmalıdır. Çardak, pergola, çadır ve kamerye gibi yapılar, sıcak hava koşullarında çocukların korunmasını sağlayacak unsurlar olarak entegre edilebilir. Alanın güvenliği açısından, oyun alanlarının yeterli aydınlatmaya sahip olması da gereklidir. Aydınlatma, özellikle çocukların gözlerine doğrudan ışık yansıtılmamalıdır [12].

Çocuk oyun alanlarında hijyen, temizlik ve temel gereksinimlerin karşılanabilmesi için uygun altyapı sağlanmalıdır. Bu bağlamda, tuvaletler, çöp kutuları gibi unsurlar oyun alanında yer almalı ve çocukların sağlığı açısından zararlı olmayan, dayanıklı malzemeler kullanılmalıdır [11].

Oyun alanlarında kullanılan ekipmanlar, çocukların gelişim süreçlerine katkıda bulunacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu ekipmanlar, çocukların fiziksel, bilişsel ve sosyal gelişimlerini destekleyecek nitelikte olmalı, çocukların farklı hareket türlerine imkân verecek şekilde çeşitlendirilmelidir. Aynı zamanda, kullanılan malzemelerin çevre dostu ve sağlığa zararlı maddeler içermemesi gerekmektedir [3].

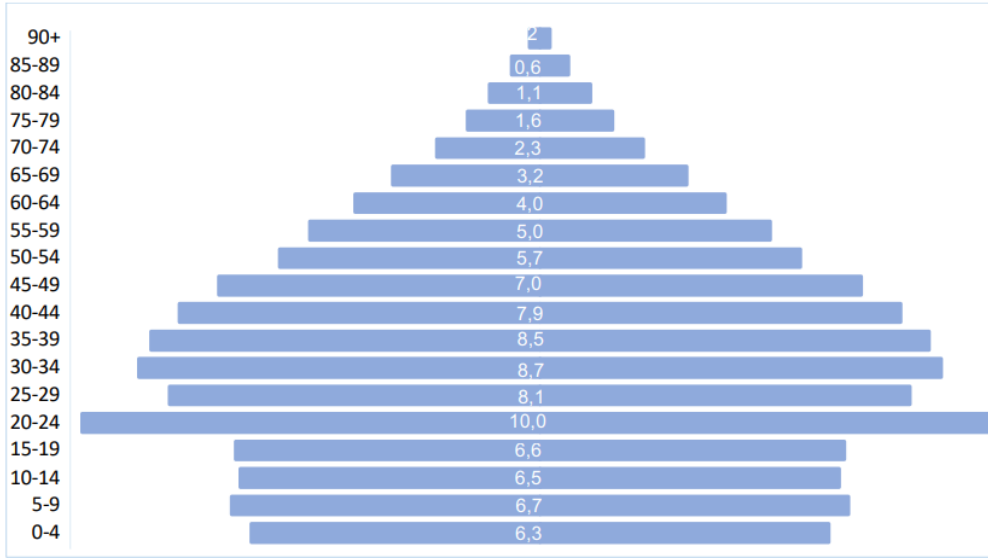
Çocuk oyun alanlarında bitki seçimi de çocukların sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde yapılmalıdır. Zehirli veya alerjen özellik taşıyan bitkiler, oyun alanlarında kullanılmamalıdır. Bitkiler, çocukların güvenliğini tehdit etmeyecek şekilde, alandaki gürültü ve tozu engelleyecek şekilde seçilmeli ve yerleştirilmelidir [3].

Çocuk oyun alanları, erişilebilirlik, güvenlik, ergonomi ve çevresel faktörlerle uyumlu olarak tasarlanmalı, çocukların fiziksel ve psikolojik gelişimlerine destek sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Bu tür tasarımlar, oyun alanlarının işlevsel olmasının yanı sıra, çocukların sağlıklı bir şekilde oyun oynayabilmelerini sağlayacak güvenli ortamlar sunmalıdır [10].

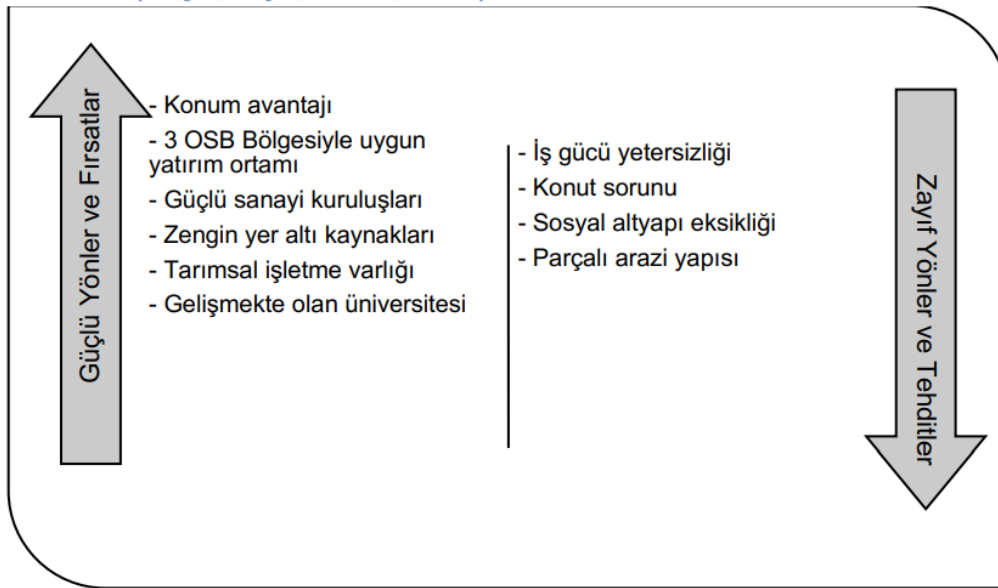
3. BİLECİK İLİNİN DEMOGRAFİK VE COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

İlk olarak Güneydoğu Anadolu’da gelişmeye başlayan ve arkeoloji dünyasında Neolitik olarak adlandırılan çiftçi yaşam biçiminin Batı Anadolu’daki en eski örneklerinden biri Bilecik Merkez ilçede yer almaktadır. Günümüzden 9000 yıl önceye dayanan tarihi alan Bilecik’in bilinen en eski yerleşkesidir. Merkez İlçenin yüz ölçümü 793 kilometrekare olup, rakımı 517 metredir. Karasal iklim gözlemlenmektedir.

Merkez ilçe nüfus piramidi incelendiğinde, ilçede %8,30 oranı ile 35-39 yaş arası nüfusun ilk sırada, %7,87 oranı ile 40-44 yaş arası nüfusun ikinci sırada ve %7,84 oranı ile 30-34 yaş arası nüfusun üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Buna göre ilçede çağındaki nüfusun yoğunlaştığını söylemek mümkündür.



Görsel 1. . Bilecik Merkez İlçesi Nüfus Piramidi (2020) [13].



Görsel 2. . Bilecik Merkez İlçesi Güçlü ve Zayıf Yönler Tablosu [13].

4. BULGULAR VE ARAŞTIRMA

Bu çalışma, Bilecik il merkezi sınırları içerisinde yer alan çocuk oyun alanlarını ele almaktadır. İncelenen oyun alanları, özellikle il merkezindeki mahallelerde bulunan parklar olup, bu alanların tasarım ilkeleri çerçevesinde yeterlilikleri değerlendirilmiştir. Çalışma, söz konusu alanların fiziksel ve fonksiyonel uygunluklarını analiz ederek, tasarım standartlarına ne ölçüde cevap verdiklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

4.1. Atatürk Çocuk Parkı

Atatürk Parkı, Cumhuriyet Mahallesi, Güllü Sokak'ta konumlanmakta olup, geniş yeşil alanı ve çeşitli sosyal donatılarıyla dikkat çekmektedir. Park içerisinde, çocuklar için oyun ekipmanları, yürüyüş yolları ve ebeveynler için oturma alanları yer almaktadır. Ayrıca, parkın tasarımında bulunan Atatürk heykelleri, bölgenin kültürel kimliğini pekiştirmektedir. Parkın çevresinde, ebeveynlerin dinlenebileceği iki kafe ve çay bahçesi bulunmaktadır. Park, çevre yol ağıyla doğrudan bağlantıdan yoksun olup, bu durum, güvenli ve huzurlu bir kullanım imkânı sunmaktadır. Atatürk Parkı hem çocuklar hem de yetişkinler için sosyal etkileşimi teşvik eden, erişilebilir ve sürdürülebilir bir kamusal alan olarak önemli bir işlevi yerine getirmektedir. Parka erişim, bir merdiven ve rampa aracılığıyla sağlanmakta olup, bu durum erişilebilirlik ve güvenlik açısından kritik bir öneme sahiptir. Parkın oyun alanlarında tercih edilen kum zemin malzemesi, olumsuz hava koşullarında su emme eğiliminde olup, bu da çamurlaşmalara yol açmaktadır. Söz konusu durum, çocukların güvenliği üzerinde olumsuz etkiler oluşturmakta ve parkın estetik ve fonksiyonel değerini zedelemektedir. Bu bağlamda, zemin malzemesinin çevresel faktörlere karşı daha dayanıklı ve güvenliği artırıcı alternatiflerle yenilenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.



Görsel 3 – 4. Bilecik Merkez Atatürk Parkı, Semanur Alyakut, 2024

Oyun alanında, çocukların fiziksel gelişimlerini desteklemek amacıyla ahşap malzemenin üretilmiş çeşitli oyun elemanları yer almaktadır. Bu elemanlar, tahterevalliler, tırmanma ağı ve köprü gibi unsurlardan oluşmaktadır. Parkın genel düzenlemesinde, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak üzere oturma alanları, aydınlatma sistemleri ve çöp kutuları, alanın işlevselliğine uygun bir biçimde konumlandırılmıştır.

4.2. Milli Egemenlik Çocuk Parkı

Milli Egemenlik Çocuk Parkı, Bilecik Merkez İstiklal Mahallesi'nde konumlanmaktadır ve oyun alanı, yol kenarına yakın bir noktada yer almaktadır. Güvenlik önlemleri kapsamında, oyun alanının çevresi duvarla sınırlandırılmıştır. Zemin, çocukların güvenliği ve rahatlığı

gözetilerek kauçuk sert malzeme ile kaplanmıştır. Erişilebilirlik ilkesine uygun olarak, oyun alanına girişte rampa mevcut olup, bu tasarım unsuru engelli bireylerin erişimini kolaylaştırmaktadır. Parkta, çocukların farklı yaş gruplarına hitap edebilecek şekilde yeterli sayıda ve çeşitlilikte oyun elemanları bulunmaktadır.

Oyun elemanları, sağlık açısından zararlı madde içermeyen polietilen malzemeden üretilmiş olup, çocukların güvenliğini ön planda tutmaktadır. Ancak, söz konusu alanda, hijyenik gereksinimlerin karşılanması amacıyla tuvalet ve çeşme bulunmamaktadır. Oyun alanının tasarımında, çocukların oyun deneyimlerini zenginleştirecek boş alanlar yeterince sağlanmamıştır. Oyun gruplarının bir kısmında ise, kullanıma bağlı olarak bazı deformasyonlar gözlemlenmektedir.



Görsel 5 – 6. Bilecik Merkez Milli Egemenlik Çocuk Parkı, Semanur Akyakut, 2024

Park alanında, kullanıcıların dinlenme ve sosyal etkileşim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla oturma elemanları, aydınlatma birimleri ve çöp kutuları, alanın fonksiyonel gereksinimlerine uygun şekilde konumlandırılmıştır. Ayrıca, alanın yönlendirici ve bilgilendirici unsurlarını desteklemek amacıyla yerleştirilen bilgilendirme levhaları, kullanıcıların parkı daha etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamaktadır. Parkın doğal unsurlarından olan ağaçlar, yeterli sayıda olup, alanın mikro iklimine katkıda bulunarak gölge sağlamakta ve kullanıcıların rahat bir ortamda vakit geçirmelerini teşvik etmektedir.

4.3. 6 Eylül Çocuk Parkı

6 Eylül Çocuk Parkı, Bilecik Merkez, Ertuğrulgazi Mahallesi'nde, konut yerleşim alanlarıyla entegre bir şekilde yer almakta olup, özellikle bu yerleşim alanlarına hizmet vermek amacıyla tasarlanmıştır. Parkın zemin kaplamasında kauçuk sert zemin malzemesi tercih edilmiştir. Oyun elemanları ise kaydırak, tahterevalli ve salıncaktan oluşmakta olup, çocukların fiziksel gelişimine katkı sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Bu tasarım, konutlara hizmet veren bir çocuk parkı olarak, yerel halkın ihtiyaçlarına yönelik bir açık alan sağlamaktadır.



Görsel 7 – 8. Bilecik Merkez 6 Eylül Çocuk Parkı, Semanur Alyakut, 2024

Oyun alanında yer alan oyun ekipmanları, sağlık açısından zararlı maddeler içermeyen polietilen malzemeden üretilmiş olup, bu malzeme çocuklar için güvenli bir kullanım sağlamaktadır. Oyun elemanları, düzenli bakım ve denetimler sonucu temiz ve iyi durumda olup, hijyen standartlarına uygun bir şekilde yerleştirilmiştir.

Oyun alanında, yeterli sayıda aydınlatma elemanının bulunmadığı gözlemlenmiştir. Alanın sınırlarını belirleyen herhangi bir çevreleme elemanının bulunmaması, güvenlik açısından önemli bir sorun teşkil etmektedir. Alan içerisinde bilgilendirici levhaların bulunmaması, kullanıcıların alanda geçireceği zamanı ve güvenliği etkileyebilecek bir eksikliklerdir. Çocuk oyun alanında tuvalet ve çeşme gibi temel hijyenik olanakların eksikliği, kullanıcı konforunu ve alanın fonksiyonelliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte, oyun alanının çevresinde yeterli miktarda ağaçlandırma yapılmış olup, bu unsurlar gölgelendirme ve estetik açıdan alana katkı sağlamaktadır.

4.4. Gündüzbey Parkı

Gündüzbey Çocuk Parkı, Bilecik Merkez Ertuğrulgazi Mahallesi'nde, yol kenarında konumlanmaktadır. Oyun alanı, yol kenarına yakın bir konumda bulunmakta olup, çevresinde güvenlik önlemleri açısından herhangi bir çevreleme elemanı mevcut değildir. Parkın zemininde kauçuk sert malzeme kullanılmış olup, bu malzeme çocukların güvenliği göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Oyun elemanları, tür ve sayıca yeterli bir çeşitlilik arz etmekte, ancak park içinde çocukların kendi oyun alanlarını oluşturabilecekleri ekstra bir bölge bulunmamaktadır.



Görsel 9 – 10. Bilecik Merkez Gündüzbey Çocuk Parkı, Semanur Alyakut, 2024

Oyun alanındaki oyun elemanları, sağlık açısından herhangi bir zararlı madde içermeyen polietilen malzemeden üretilmiş olup, çocukların güvenliğini ve sağlığını ön planda tutan bir tasarıma sahiptir. Oyun ekipmanları, yeni ve düzenli bir şekilde bakımı yapılmış olup, temiz bir durumda bulunmaktadır. Oyun alanının hemen yanında, alanla entegre edilmiş spor aletlerinin yer aldığı bir alan bulunmakta, böylece çocukların ve ebeveynlerin fiziksel aktivitelerini gerçekleştirebileceği bir imkân sunulmaktadır.

Oyun alanında, kullanıcı bilgilendirmesine yönelik bir levha yer almakla birlikte, park alanında bulunan oturma birimleri, aydınlatma elemanları ve çöp kutularının sayısı mekânın işlevsel ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır; her birinden yalnızca bir adet bulunmaktadır. Öte yandan, alandaki ağaç sayısı yeterli seviyede olup, alanın gölgeleme gereksinimini karşılayarak kullanıcıların konforunu desteklemektedir.

4.5. Gökyüzü Çocuk Parkı

Gökyüzü Çocuk Parkı, Bilecik ili Merkez ilçesi Bahçelievler Mahallesi'nde konumlanmaktadır. Oyun alanının çevresinde güvenlik amacıyla herhangi bir çevreleme elemanı bulunmamaktadır. Alanın zemininde iki farklı malzeme tercih edilmiştir. Oyun ekipmanlarının bulunduğu bölgenin yalnızca belirli bir kısmı kauçuk zemin ile kaplanmış olup, ekipmanların çevresi ise kilitli parke taşı ile döşenmiştir.



Görsel 11 – 12. Bilecik Merkez Gökyüzü Çocuk Parkı, Semanur Alyakut, 2024

Bu durum, çocukların güvenliği açısından çeşitli riskler oluşturabilecek niteliktedir. Oyun alanında bulunan oyun elemanları, sayıca yeterli olup çeşitlilik açısından da zengin bir yapıya sahiptir. Söz konusu oyun grupları, çocukların sağlığına zarar verebilecek herhangi bir zararlı madde içermeyen, güvenli polietilen malzeme ile üretilmiştir. Ancak, zemin düzenlemelerindeki eksiklikler ve çevresel güvenlik önlemlerinin yetersizliği, bu oyun alanının güvenli kullanımını olumsuz etkileyebilir.

Oyun alanının hemen aşağı kısmında, yetişkinlerin zaman geçirebileceği, spor aletlerinin bulunduğu bir alan yer almaktadır. Çocuk oyun alanı içinde ise tuvalet ve çeşme gibi temel olanaklar mevcut değildir. Park alanında oturma elemanları, aydınlatma elemanları ve çöp kutuları açısından yetersizlik söz konusudur. Park alanı, çevredeki konutların aydınlatma sistemleri ile aydınlatılmaktadır. Oyun alanı çevresinde ise yeterli miktarda ağaçlandırma yapılmış olup, bu durum çevresel estetik ve gölgeleme açısından olumlu bir özellik arz etmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çocuk oyun alanları, günümüzde önemli açık yeşil alanlar arasında yer almakta olup, çocuklar ve ebeveynleri için sosyal etkileşim fırsatları sunan önemli kamusal mekanlardır. Bu çalışmada, Bilecik il merkezindeki çocuk oyun alanlarının tasarım ilkelerine uygunluğu incelenmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde, Bilecik Merkez'deki bazı çocuk oyun alanlarının tasarımında, belirlenen ilkeler doğrultusunda eksiklikler olduğu tespit edilmiştir. Bu eksikliklerin hem kullanıcıların hem de hizmet sağlayıcı kurumların sorumluluğundan kaynaklandığı görülmüştür.

Oyun alanlarında kullanılan zemin malzemelerinin büyük çoğunluğu kauçuk zemin olup, bazı alanlarda kum ve toprak zeminlerin de kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu tür zemin malzemelerinin olumsuz hava koşullarında su emmesi ve düzenli bakım yapılmaması sonucu çamurlaşmalar meydana gelmekte ve bu durum, oyun alanlarının kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Kauçuk zemin yalnızca oyun ekipmanlarının bulunduğu alanlarda yer almakta,

ancak bu zeminlerin çevresindeki alanlar sert zeminle kaplanmıştır; bu durum, çocuklar için potansiyel güvenlik riski taşımaktadır.

Çocuk oyun alanlarında kullanılan oyun ekipmanlarının büyük bir kısmı, sağlık açısından zararlı madde içermeyen Polietilen malzemeden üretilmiştir. Bununla birlikte, bazı alanlarda ahşap malzemeden yapılmış oyun ekipmanları da bulunmaktadır. Oyun ekipmanlarında bazı deformasyonlar gözlemlenmiş olup, bunlar zamanla kullanımdan kaynaklanmış hasarlardır. Oyun alanları, genellikle 3-12 yaş arası çocuklar için tasarlanmış olup, 3-6 yaş grubundaki çocukların çoğunlukla ebeveyn gözetiminde oyun oynadıkları gözlemlenmiştir. Ancak, oyun ekipmanlarının çeşitliliği ve sayısı yeterli bulunmamaktadır.

Güvenlik açısından, özellikle trafik yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde yer alan oyun alanlarının çoğunda çevreyici güvenlik elemanları bulunmamaktadır. Bu durum, özellikle çocukların güvenliğini riske atmaktadır. Ayrıca, konutlara hizmet veren oyun alanlarının çoğunda da çevreyici unsurlar yer almamaktadır. Oyun alanlarındaki donatılar da genelde yetersizdir; oturma alanları sınırlı sayıda olup, bazen konutlara bağlı oturma birimleri kullanılmaktadır. Oyun alanlarında ayrıca herhangi bir çeşme veya tuvalet olanağı bulunmamaktadır.

Oyun alanlarında kullanılan aydınlatma elemanları, genellikle yeterli seviyede aydınlatma sağlamamaktadır. Bazı oyun alanlarında, alanın kendi aydınlatma elemanları yerine, çevredeki konutların aydınlatma sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca, bazı aydınlatma elemanlarında deformasyonlar gözlemlenmiştir.

Ağaçlandırma elemanları da yeterli gölge sağlamamaktadır, bu da çocukların oyun alanlarında rahatça vakit geçirmelerini engellemektedir. Oyun alanlarında çocukların oyun oluşturabilecekleri boş alanların sınırlı olduğu ve bitki elemanlarının bakımının yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, özellikle trafiğin yoğun olduğu alanlarda yer alan çocuk oyun alanlarının çevreyici güvenlik unsurlarıyla donatılmaması ve genel tasarım eksiklikleri, bu alanların çocuklar için güvenli kullanımını engellemektedir. Çalışma, bu unsurların göz önünde bulundurularak, çocuk oyun alanlarının tasarımının daha güvenli, erişilebilir ve fonksiyonel bir hale getirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Çağlar, B. (2020). Çocuğun Kent Planlamasındaki Yeri Nedir? Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 3(2), 86-91.
- [2] Özdemir, G., & Yıldız, G. (2010). Genel Gelişim Sürecinde Müziksel Gelişim, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (2), 77-90.
- [3] Erten, M., *Düzce'deki Çocuk Oyun Alanlarının İlköğretim Çağındaki Kullanıcılarca Değerlendirilmesi ve Tasarım İlkelerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2019.
- [4] Aral, N., Baran, G., Bulut, Ş., & Çimen, S. *Çocuk Gelişimi*, Ya-Pa Yayınları, İstanbul, 2001.
- [5] Kol, S. (2011). Erken Çocuklukta Bilişsel Gelişim ve Dil Gelişimi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(21), 1-21.
- [6] Çapan, S. (1996). Bilişsel Gelişim ve Dil Edinimi, Dilbilim Araştırmaları Dergisi, (7), 284-287.

<http://dad.boun.edu.tr/tr/download/article-file/52721> (Erişim Tarihi: 15.01.2024)

- [7] Uluğ, H. Kuzey *Adana'daki Çocuk Oyun Alanlarının Bitki Seçimi Yönünden İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2007.
- [8] Kuşuluoğlu, D. D. *İstanbul Kadıköy İlçesindeki Çocuk Oyun Alanlarının Nitel ve Nicel Açısından Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [9] Yılmaz, S., & Bulut, Z. (2002). Kentsel Mekanlarda Çocuk Oyun Alanları Planlama ve Tasarım İlkeleri/Planning and Designing Principles of Children Playgrounds in Urban Areas, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3).
- [10] Duman, G., & Koçak, N. (2013). Çocuk Oyun Alanlarının Biçimsel Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi: Konya İli Örneği, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 11(1), 64-81.
- [11] Ballıoğlu, S. *Aydın Kenti Örneğinde Gençlik Parkı Çocuk Oyun Alanlarının Yeterliliği ve Tasarım İlkeleri Yönünden İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2015.
- [12] Bal, A. *Zonguldak Kenti Yeşil Alan Sistemindeki Çocuk Oyun Alanlarının Durumunun Peyzaj Mimarlığı İlkeleri Açısından İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2005.
- [13] <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/bilecik-ilce-raporu--merkez.pdf> (Erişim Tarihi: 06.01.2024)

KENTSEL DRENAJ SİSTEMLERİ KAPSAMINDA YÜKSEK EĞİMLİ ALT GEÇİTLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TASARIM ÖNERİLERİ

DİYARBAKIR ÖRNEĞİ

DR, ŞEYHMUS TÜMÜR

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Stumur@dicle.edu.tr -ORCID ID 0000-0001-7589-8941

ÖZET

Bu çalışma, kentsel alanlarda meydana gelen yağış sularının neden olduğu sorunlara ve bu suların etkili bir şekilde yönetilmesinin önemine odaklanmıştır. Yağmur suyu drenaj sistemlerinin tasarımı ve işletimi, atıksu yönetimi ile birlikte ele alınarak, kentsel su döngüsünün sürdürülebilirliği amaçlanmıştır. Kentsel alanlarda meydana gelen yağış suları, su baskınlarına ve trafik güvenliğine yönelik ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Bu çalışmada, bu sorunların önlenmesi ve kentsel su kaynaklarının korunması amacıyla, yağış suyu ve atıksu yönetimi sistemlerinin etkin bir şekilde entegre edilmesi üzerinde durulmuştur.

Diyarbakır kent merkezinde belirgin eğime sahip Ofis ve Emek Caddesi Park Orman alt geçitlerindeki yağmur suyu tahliye sistemlerinin, yüzeysel akış koşullarına uygunluğu ve kapasite yetersizlikleri, bu çalışmada hidrolik modelleme yöntemleriyle detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ofis ve Emek Caddeleri alt geçitleri ile bağlantılı yol kesitlerindeki yağmur suyu tahliye sistemlerinin performansını değerlendirmek amacıyla, bu kesitler 5 ve 7 eşit parçaya ayrılmıştır. Her bir parça için Manning ve Rasyonel metotları kullanılarak yağmur suyu taşıma kapasitesi hesaplanmıştır. Karayolları yönetmeliğinde belirtilen ızgara tipi olukların ebatları ve kapasiteleri dikkate alınarak, mevcut sistemin yeterliliği hidrolik analizlerle incelenmiştir. Manning ve Rasyonel metotları ile yapılan hesaplamalar, Ofis ve Emek Caddesi Park Orman alt geçitleri ve bağlantılı yol kesitlerindeki mevcut yağmur suyu drenaj sisteminin, tasarım yağışlarına karşı kapasite açısından yeterli olmadığını ve sistemdeki geometrik düzensizliklerin de su akışını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur.

Yüksek eğimli alt geçitlerde, ani yağışlar sonucu oluşan yüksek debi ve taşınan katı maddeler nedeniyle drenaj sistemlerinde sıklıkla tıkanmalar meydana gelmektedir. Bu durumun önlenmesi ve sistemin güvenilirliğinin artırılması amacıyla, drenaj sistemlerinin tasarımı aşamasında, bordür girişleri için %10, çoklu girişler için %20 ve cadde girişleri için %30 gibi farklı oranlarda tıkanma payı göz önünde bulundurularak hidrolik hesaplamaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yağmur Suyu, Kentsel Drenaj, Alt Geçit

ASSESSMENT OF URBAN DRAINAGE PERFORMANCE AND DESIGN IMPROVEMENTS FOR STEEP UNDERPASS: A CASE STUDY OF DİYARBAKIR

ABSTRACT

This study focuses on the problems caused by rainwater in urban areas and the importance of effective rainwater management. By considering the design and operation of rainwater drainage systems together with wastewater management, the study aims to ensure the sustainability of the urban water cycle. Rainwater in urban areas can lead to serious problems such as flooding and traffic safety hazards. This study emphasizes the effective integration of rainwater and wastewater management systems to prevent these problems and protect urban water resources.

A detailed hydraulic modeling analysis was conducted to assess the adequacy of the stormwater drainage systems in the steeply inclined Ofis and Emek Street Forest Park underpasses in Diyarbakır, considering surface flow conditions and capacity limitations. The road sections connected to these underpasses were divided into 5 and 7 segments for a comprehensive evaluation. The Manning and Rational methods were applied to estimate the stormwater carrying capacity of each segment. Subsequently, the sufficiency of the existing system was examined through hydraulic analyses, considering the dimensions and capacities of grate-type gutters as defined in the Highway Regulations. The results of the analyses using the Manning and Rational methods indicated that the existing stormwater drainage system in the study area is inadequate to handle design rainfall events and that geometric irregularities within the system hinder the efficient flow of stormwater.

Given the high flow rates and sediment loads associated with intense rainfall in steep underpasses, blockages are common occurrences. To mitigate this issue and enhance system reliability, hydraulic calculations should incorporate blockage factors of 10% for curb inlets, 20% for multiple inlets, and 30% for street inlets during the design phase.

Key Words: Rainwater, Urban Drainage, Undersurpasses

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİME GEÇİŞ ÇALIŞMALARINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLARIN ISM VE MICMAC İLE İNCELENMESİ

Endüstri Mühendisi, CANER ÇİL¹, Profesör, GÜLŞEN AKMAN²

¹ KOCAELİ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, canercil.99@gmail.com- 0000-0002-3341-1434

² KOCAELİ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, akmang@kocaeli.edu.tr- 0000-0002-5696-2423

ÖZET

Rekabetin giderek arttığı günümüz dünyasında işletmeler mevcut kaynakları en verimli şekilde kullanmayı ve müşterilerine değer yaratmayı stratejik hedef olarak belirlemektedir. İşletmeler talep edilen ürün ve hizmetleri müşterilerin istedikleri zamanda, kalitede ve miktarda arz etmeleri rakiplerine göre rekabet avantajı elde etmelerini sağlamaktadır. Birçok işletme bu rekabet avantajını elde edebilmek amacıyla yalın üretim sistemini benimsemekte ve bu sisteme geçiş yapmaya başlamaktadır. Yalın üretim sistemi en güçlü maliyet azaltma ve verimlilik iyileştirme sisteminden birisi olsa dahi bir takım zorluklardan arınmış değildir. Yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorluklar bu sisteme geçiş sürecini engellemektedir. İşletmelerde bulunan üst yönetimlerin en büyük hedefleri yalın üretim sistemine geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukları belirlemek ve bunların önüne geçmektir. Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorluklar Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM) ve Çapraz Etki Matrisi Çarpımının Sınıflandırmaya Uygulanması (MICMAC) yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında literatür taraması yapılarak 12 adet zorluk belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre otomotiv sektöründeki işletmelerin en önem vermesi gereken değişkenlerin finansal kısıtlamalar ile kötü tesis planlaması ve yerleşimi olduğu görülmüştür. Bu araştırma çalışması yalın üretime geçiş çalışmalarının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için işletmelere yol haritası sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: MICMAC, Otomotiv, Yalın Üretim, Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM)

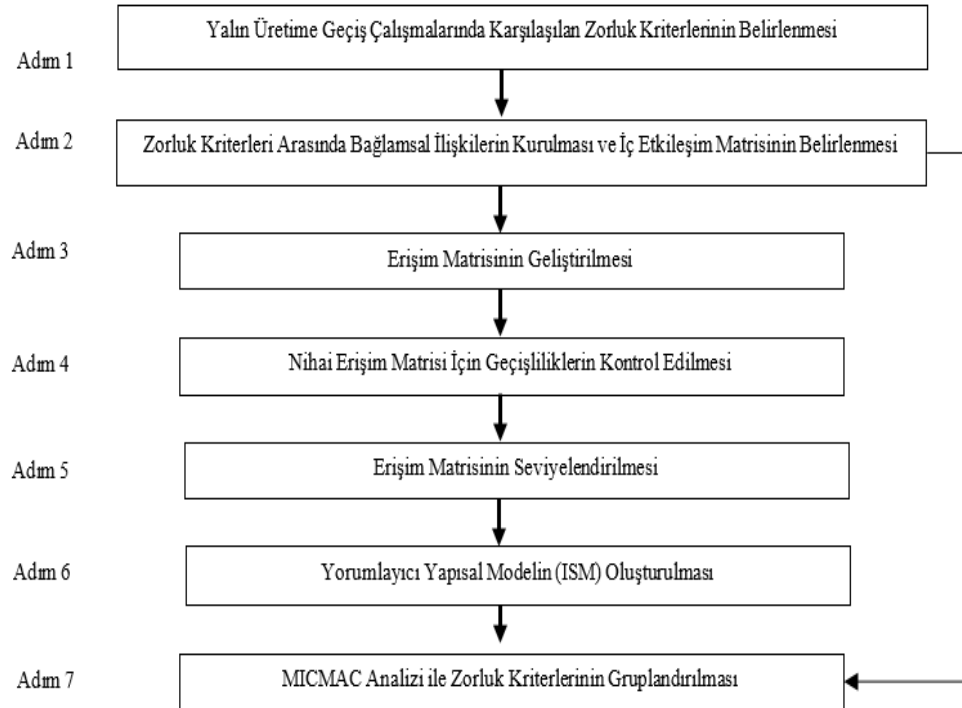
1. GİRİŞ

Üretimin ve buna bağlı olarak tüketimin hızla arttığı günümüz dünyasında işletmeler pazar paylarını koruyabilmek ve daha yüksek kar oranlarına ulaşabilmek amacıyla ürün portföylerini arttırmayı, değişen müşteri taleplerine uyum sağlamayı, üretim maliyetlerini azaltmayı, mevcut kaynaklar ile maksimum çıktıyı ulaşmayı ve verimliliği arttırmayı stratejik hedef olarak belirlemektedir. Yalın, geleneksel üretim felsefelerinden farklı olarak işletmelere rekabet avantajı sağlayan modern yaklaşımlardan birisidir. Buna göre yalın üretimde nihai hedef, mevcut israfların ortadan kaldırılması, tam zamanında üretimin yapılması, verimliliğin artırılması ve müşteriye kusursuz bir değer yaratılmasıdır (Akçacı ve Özyurt, 2021).

Yalın ile birlikte süreçte oluşan hataların tahmini yapılarak sıfır hata, tam zamanında üretim yapılarak sıfır stok ve sürekli iyileştirmeyi sağlamak amacıyla kaizen faaliyetleri yapılması öngörülmüştür (Arslan, 2008). Yalın sistemlere geçiş uzun bir yol olmakta ve işletmede bulunan üst yönetimin desteği ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle ilgili üst yönetimler, çalışanlara liderlik edip yalın sistemlerin faydalarını aktarması gerekmektedir. Yalın sistemleri uygulayabilmek için her sektöre uygun çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu araştırmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yalın üretim sistemine geçiş çalışmalarında karşılaştıkları zorluklar incelenmiştir.

2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİME GEÇİŞ ÇALIŞMALARINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLARIN ISM- MICMAC İLE İNCELENMESİ

Bu araştırmada, ISM ve MICMAC yöntemleri kullanılarak otomotiv işletmelerinde yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların analizi yapılmıştır. Bu kapsamda işletmelerin yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların analiz edilmesi, literatüre katkı sağlanması ve zorlukların birbirleri ile etkileşimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada literatür taraması ile belirlenen kriterlerin hiyerarşik yapısı ISM yöntemi ile yapılmıştır. Sonrasında ise MICMAC yöntemi ile değişkenlerin sınıflandırılması elde edilmiştir. Bu araştırmanın örneklem düzeyini Türkiye’de yaşayan, 18 yaşından büyük ve yalın üretim alanında görev alan uzmanlar oluşturmaktadır. Araştırma, zaman, maliyet ve katılımcılara erişim imkânlarının kısıtlı olmasından kaynaklı ağırlıklı olarak online platformlarda ve yüz yüze görüşme yöntemiyle toplam 14 uzman kişi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan yöntemlerin tüm süreç akışı Görsel 1’de yer almaktadır.



Görsel 1. Araştırma Çalışmasında Kullanılan Yöntemlerin Süreç Akışı

Literatür taraması sonucunda yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan 12 adet zorluk belirlenmiştir. Çizelge 1’de literatür taraması sonucunda yalın üretime geçişte karşılaşılan zorlukların listesi verilmektedir.

Çizelge 1. Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar

Zorluklar	Referanslar
1. Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	Talib ve diğ., 2010, Sim ve Rogers, 2008
2. Eğitim ve Öğretim Eksikliği	Walter ve diğ., 2020, Talib ve diğ., 2010, Houshmand ve Jamshidnezhad, 2006
3. Finansal Kısıtlamalar	Kumar ve Kumar, 2014, Bayo-Moriones ve diğ., 2008, Doolen ve Hacker, 2005
4. Çalışanların Değişime Direnci	Murguia, 2019, Talib ve diğ., 2010,
5. Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	Kumar ve Kumar, 2014, Green ve diğ., 2007
6. Pazara Yavaş Tepki	Sahoo ve Yadav, 2017, Anand ve Kodali, 2010
7. Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	Wong ve diğ., 2009
8. Motivasyon Eksikliği	Kumar ve Kumar, 2014
9. Örgütsel Kültür Farklılığı	Walter ve diğ., 2020
10. Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	Roy ve diğ., 2012, Danese ve diğ., 2012, Talib ve diğ., 2011
11. Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	Talib ve diğ., 2010, Upadhye ve diğ., 2010
12. Kötü Satış Tahmini	Eswaramoorthi ve diğ., 2011

Uzman görüşlerinde yer alan sorulara ilişkin cevapların güvenilir ve anlamlı olması amacıyla soruların yorumlamalara açık olmamasına ve katılımcıların rahatlıkla cevaplayabilmelerine dikkat edilmiştir. Formun katılımcıların demografik özelliklerini analiz etmek amacıyla çoktan seçmeli olarak oluşturulan sorular ve yalın üretime geçişte karşılaşılan zorluklara ilişkin ikili karşılaştırmalara yönelik sorular olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Çizelge 2’de katılımcıların genel demografik özellikleri yer almaktadır.

Çizelge 2. Katılımcıların Genel Demografik Özellikleri

		Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Cinsiyet	Erkek	6	%42,9	%42,9
	Kadın	8	%57,1	%100
Yaş		Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
	18-24	1	%7,1	%7,1
	25-34	7	%50,0	%57,1
	35-44	4	%28,6	%85,7
	45 ve üzeri	2	%14,3	%100
Eğitim Düzeyi		Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
	İlkokul	0	%0	%0
	Lise	3	%21,4	%21,4
	Ön Lisans	0	%0	%21,4
	Lisans	8	%57,1	%78,5
	Lisansüstü	3	%21,4	%100
Yalın İş Deneyimi		Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
	0 – 3 Yıl	6	%42,9	%42,9
	4 – 10 Yıl	6	%42,9	%85,7
	11 Yıl ve Daha Fazla	2	%14,3	%100,0
Toplam İş Deneyimi		Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
	0 – 3 Yıl	3	%21,4	%21,4
	4 – 10 Yıl	7	%50,0	%71,4
	11 Yıl ve Daha Fazla	4	%28,6	%100

Kriterler arasındaki ilişkilerin kavramsal olarak analiz edilebilmesi amacıyla ilk olarak otomotiv sektöründe Yapısal- İç Etkileşim Matrisi (SSIM) oluşturulmuştur. Bu değişkenlerin ilişkilerini açıklayabilmek için V, A, X, O ifadeleri kullanılmıştır. Çizelge 3'te otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların birbirleri arasındaki ilişkileri kavramsal olarak ifade eden değerler yer almaktadır.

Çizelge 3. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorlukların SSIM Tablosu

Zorluklar	Z12	Z11	Z10	Z9	Z8	Z7	Z6	Z5	Z4	Z3	Z2
Z1 Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	O	V	V	V	V	A	V	V	V	A	X
Z2 Eğitim/ Öğretim Eksikliği	O	O	V	V	V	O	V	O	V	A	
Z3 Finansal Kısıtlamalar	O	O	V	O	V	O	O	V	V		
Z4 Çalışanların Değişime Direnci	O	V	O	V	A	O	O	A			
Z5 Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	O	V	A	A	V	O	O				
Z6 Pazara Yavaş Tepki	O	O	A	A	O	A					
Z7 Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	O	O	O	O	O						
Z8 Motivasyon Eksikliği	V	A	O	A							
Z9 Örgütsel Kültür Farklılığı	O	V	O								
Z10 Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	V	O									
Z11 Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	O										

Çizelge 3'teki matriste bulunan değerlendirmeler katılımcıların çoğunlukla verdikleri cevaplara göre belirlenmiştir. Oluşturulan SSIM'a göre örneğin Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) zorluğu birbirlerini etkilememektedir. Bu nedenle Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) kesişimi O sembolü ile belirtilmiştir. Bir başka örnekte ise Çalışanların Değişime Direnci (Z4) ve Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) zorluğu birbirlerini tek yönlü etkilemektedir. Bundan dolayı Çalışanların Değişime Direnci (Z4) ve Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) zorluklarının kesişimi olarak V sembolü kullanılmıştır.

Çizelge 3'te yer alan SSIM'de yer alan verilerinden erişilebilirlik matrisi oluşturulmuştur. SSIM'e göre örneğin Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Motivasyon Eksikliği (Z8) zorlukları arasındaki ilişki V olarak ifade edilmiştir. Buna göre Erişilebilirlik Matrisinde V sembolünün i noktası 1, j noktası ise 0 olarak tanımlanmıştır. Bir başka örnekte ise Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) zorlukları arasındaki ilişki O olarak ifade edilmiştir. Buna göre Erişilebilirlik Matrisinde O sembolünün i ve j noktaları 0 olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4'te otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorluklar ile ilgili erişilebilirlik matrisi yer almaktadır.

Çizelge 4. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Erişilebilirlik Matrisi

Zorluklar	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	
Z1	Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Z2	Eğitim/ Öğretim Eksikliği	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
Z3	Finansal Kısıtlamalar	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
Z4	Çalışanların Değişime Direnci	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Z5	Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
Z6	Pazara Yavaş Tepki	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Z7	Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Z8	Motivasyon Eksikliği	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Z9	Örgütsel Kültür Farklılığı	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Z10	Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
Z11	Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Z12	Kötü Satış Tahmini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Erişilebilirlik Matrisinin oluşturulmasından sonra Nihai Ulaşılabilirlik Matrisi oluşturulmakta ve geçişlilikler kontrol edilmektedir. Örneğin, Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) değişkeninden Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkenine doğru tek yönlü bir ilişki tanımlanmıştır. Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkeninden de Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenine tek yönlü bir ilişki tanımlanmıştır. Bu durumda Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) değişkeninden de Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenine doğru bir ilişki olduğu ifade edilmektedir. Örneğin, Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) değişkeninden Motivasyon Eksikliği (Z8) değişkenine doğru tek yönlü bir ilişki tanımlanmıştır. Motivasyon Eksikliği (Z8) değişkeninden de Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenine tek yönlü bir ilişki tanımlanmıştır. Buna göre Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) değişkeninden Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenine doğrudan bir ilişki olduğu ifade edilmektedir. Bir başka örnekte ise Eğitim/ Öğretim Eksikliği (Z2) değişkeninden Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkenine doğru tek yönlü bir ilişki tanımlanmıştır. Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkeninden de Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5) değişkenine tek yönlü bir ilişki tanımlanmıştır. Bu durumda Eğitim/ Öğretim Eksikliği (Z2) değişkeninden de Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5) değişkenine doğru bir ilişki olduğu ifade edilmektedir.

Erişilebilirlik matrisindeki tüm geçişlilikler tamamlandıktan sonra nihai erişilebilirlik matrisi ve akış diyagramı oluşturulmuştur.

Çizelge 5'te nihai erişilebilirlik matrisi yer yer almaktadır.

Çizelge 5. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Nihai Erişilebilirlik Matrisi

Zorluklar	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12
Z1 Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Z2 Eğitim/ Öğretim Eksikliği	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Z3 Finansal Kısıtlamalar	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Z4 Çalışanların Değişime Direnci	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Z5 Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Z6 Pazara Yavaş Tepki	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Z7 Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Z8 Motivasyon Eksikliği	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Z9 Örgütsel Kültür Farklılığı	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Z10 Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Z11 Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Z12 Kötü Satış Tahmini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Oluşturulan nihai erişilebilirlik matrisi kullanılarak seviyelendirme işlemi yapılmıştır. Bu seviyelendirme işlemi yapılabilmesi için her ilgili değişkenin erişilebilirlik, öncül ve kesişim kümeleri belirlenmiştir.

Erişilebilirlik Kümesi, herhangi ilgili değişkenin kendisi ve kendisinden ayrılan oklar ile ulaştığı tüm değişkenleri ifade etmektedir.

Öncül Kümesi, herhangi ilgili değişkenin kendisinden ve kendisine ulaşan tüm diğer değişkenlerden oluşmaktadır.

Son olarak Kesişim Kümesi ise her bir ilgili değişken için kendisine ait olan erişilebilirlik ve öncül kümelerin kesişimi olarak ifade edilmektedir. Herhangi ilgili bir değişkenin erişilebilirlik

ve kesişim kümesi eşit olduğunda değişkenin seviyesi 1 olarak belirtilmektedir. Buna göre Çizelge 6’da erişilebilirlik matrisinin çeşitli düzeylere ayrılmasının ilk seviyesi yer almaktadır.

Çizelge 6. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Erişilebilirlik Matrisinin Çeşitli Düzeylere Ayrılması- Birinci Seviye

Değişkenler		Erişilebilirlik Kümesi	Öncül Küme	Kesişim Kümesi	Seviye
Z1	Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	1,2,4,5,6,8,9,10,11,12	1,2,3,7	1,2	
Z2	Eğitim/ Öğretim Eksikliği	1,2,4,5,6,8,9,10,11,12	1,2,3,7	1,2	
Z3	Finansal Kısıtlamalar	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12	3	3	
Z4	Çalışanların Değişime Direnci	4,5,6,8,9,11,12	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	
Z5	Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	4,5,6,8,9,11,12	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	
Z6	Pazara Yavaş Tepki	6	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	6	1
Z7	Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12	7	7	
Z8	Motivasyon Eksikliği	4,5,6,8,9,11,12	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	
Z9	Örgütsel Kültür Farklılığı	4,5,6,8,9,11,12	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	
Z10	Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	4,5,6,8,9,10,11,12	1,2,3,7,10	10	
Z11	Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	4,5,6,8,9,11	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	
Z12	Kötü Satış Tahmini	12	1,2,3,4,5,7,8,9,10,12	12	1

Çizelge 6’daki verilere göre Pazara Yavaş Tepki (Z6) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenleri birinci seviyede yer almaktadır. Erişilebilirlik kümesi ve kesişim kümesinin aynı olduğu değişkenler bir sonraki aşamalara dâhil edilmemektedir. Bundan dolayı Pazara Yavaş Tepki (Z6) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenleri ikinci aşamada analizden çıkartılmıştır. Çizelge 7’de erişilebilirlik matrisinin çeşitli düzeylere ayrılmasının ikinci seviyesi yer almaktadır.

Çizelge 7. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Erişilebilirlik Matrisinin Çeşitli Düzeylere Ayrılması - İkinci Seviye

Değişkenler		Erişilebilirlik Kümesi	Öncül Küme	Kesişim Kümesi	Seviye
Z1	Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	1,2,4,5,8,9,10,11	1,2,3,7	1,2	
Z2	Eğitim/ Öğretim Eksikliği	1,2,4,5,8,9,10,11	1,2,3,7	1,2	
Z3	Finansal Kısıtlamalar	1,2,3,4,5,8,9,10,11	3	3	
Z4	Çalışanların Değişime Direnci	4,5,8,9,11	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	2
Z5	Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	4,5,8,9,11	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	2
Z7	Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	1,2,4,5,7,8,9,10,11	7	7	
Z8	Motivasyon Eksikliği	4,5,8,9,11	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	2
Z9	Örgütsel Kültür Farklılığı	4,5,8,9,11	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	2
Z10	Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	4,5,8,9,10,11	1,2,3,7,10	10	
Z11	Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	4,5,8,9,11	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	4,5,8,9,11	2

Çizelge 7’deki verilere göre Çalışanların Değişime Direnci (Z4), Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5), Motivasyon Eksikliği (Z8), Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) ve Fonksiyonlar Arası Çatışmalar (Z11) değişkenleri ikinci seviyede yer almaktadır. Erişilebilirlik kümesi ve kesişim kümesi eşit olduğu için bir sonraki aşamalara dâhil edilmemektedir. Bundan dolayı Çalışanların Değişime Direnci (Z4), Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5), Motivasyon Eksikliği (Z8), Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) ve Fonksiyonlar Arası Çatışmalar (Z11) değişkenleri üçüncü seviyede analizden çıkartılmıştır. Çizelge 8’de erişilebilirlik matrisinin çeşitli düzeylere ayrılmasının üçüncü seviyesi yer almaktadır.

Çizelge 8. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Erişilebilirlik Matrisinin Çeşitli Düzeylere Ayrılması - Üçüncü Seviye

Değişkenler		Erişilebilirlik Kümesi	Öncül Küme	Kesişim Kümesi	Seviye
Z1	Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	1,2,10	1,2,3,7	1,2	
Z2	Eğitim/ Öğretim Eksikliği	1,2,10	1,2,3,7	1,2	
Z3	Finansal Kısıtlamalar	1,2,3,10	3	3	
Z7	Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	1,2,7,10	7	7	
Z10	Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	10	1,2,3,7,10	10	3

Çizelge 8’deki verilere göre Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkeni üçüncü seviyede yer almaktadır. Bu değişkenin erişilebilirlik kümesi ve kesişim kümesi eşit olduğu için bir sonraki aşamalara dâhil edilmemektedir. Bu nedenle Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkeni dördüncü seviyede analizden çıkartılmıştır. Çizelge 9’da erişilebilirlik matrisinin çeşitli düzeylere ayrılmasının dördüncü seviyesi yer almaktadır.

Çizelge 9. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Erişilebilirlik Matrisinin Çeşitli Düzeylere Ayrılması - Dördüncü Seviye

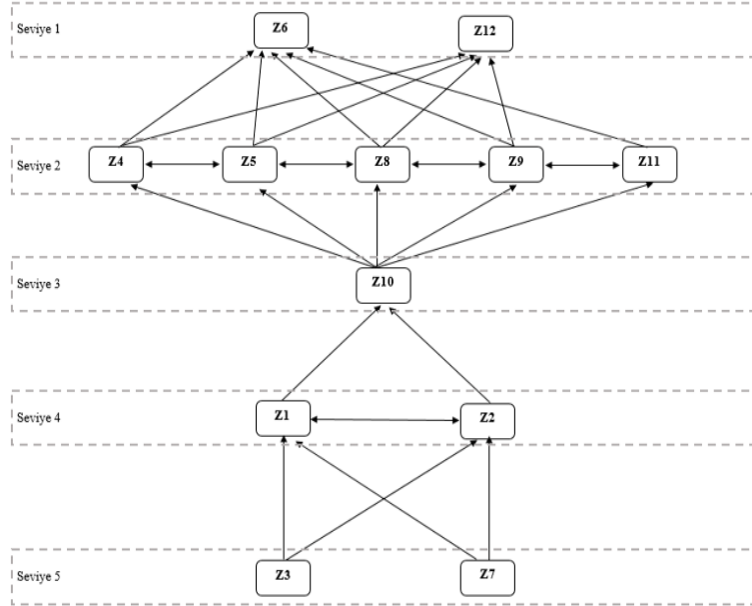
Değişkenler		Erişilebilirlik Kümesi	Öncül Küme	Kesişim Kümesi	Seviye
Z1	Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	1,2	1,2,3,7	1,2	4
Z2	Eğitim/ Öğretim Eksikliği	1,2	1,2,3,7	1,2	4
Z3	Finansal Kısıtlamalar	1,2,3	3	3	
Z7	Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	1,2,7	7	7	

Çizelge 9’daki verilere göre Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Eğitim/ Öğretim Eksikliği (Z2) değişkenleri dördüncü seviyede yer almaktadır. Bu değişkenin erişilebilirlik kümesi ve kesişim kümesi eşit olduğu için bir sonraki aşamalara dâhil edilmemektedir. Bu nedenle Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Eğitim/ Öğretim Eksikliği (Z2) değişkenleri beşinci aşamada analizden çıkartılmıştır. Çizelge 10’da erişilebilirlik matrisinin çeşitli düzeylere ayrılmasının beşinci seviyesi yer almaktadır.

Çizelge 10. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Erişilebilirlik Matrisinin Çeşitli Düzeylere Ayrılması - Beşinci Seviye

Değişkenler	Erişilebilirlik Kümesi	Öncül Küme	Kesişim Kümesi	Seviye
Z3	Finansal Kısıtlamalar	3	3	5
Z7	Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	7	7	5

Erişilebilirlik matrisinin çeşitli düzeylere ayrılma adımları tamamlandıktan sonra Görsel 2'deki gibi nihai yorumlayıcı yapısal model oluşturulmuştur.



Görsel 2. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorluklar İle Oluşturulan Yorumlayıcı Yapısal Model

Finansal Kısıtlamalar (Z3) ile Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi (Z7) değişkenleri, yorumlayıcı yapısal modellemenin beşinci seviyesinde yer almaktadır ve modelin temelini oluşturmaktadır. Bu değişkenler otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarını en fazla etkileyen değişkenler olduğundan dolayı bunların üzerinde meydana gelen herhangi bir etken üst seviyelerde bulunan diğer değişkenlerin de etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle yalın üretime geçiş çalışmaları gerçekleştiren otomotiv işletmelerinin bu değişkenlere gerekli önemi vermeleri gerekmektedir. Bu modelin birinci seviyesinde Pazara Yavaş Tepki (Z6) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenleri bulunmaktadır. Bu düzeyde değişkenler birbirlerini etkilememektedir ve daha alt düzeylerde yer alan değişkenlerden etkilenmektedir. Fakat Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkeni Fonksiyonlar Arası Çatışmalar (Z11) değişkeninden etkilenmemektedir. Modelin ikinci seviyesinde ise Çalışanların Değişime Karşı Direnci (Z4), Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5), Motivasyon Eksikliği (Z8), Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) ve Fonksiyonlar Arası Çatışmalar (Z11) değişkenler bulunmaktadır. Bu değişkenler kendi seviyelerinde yer alan diğer tüm değişkenlerden etkilenmektedir ve kendilerinden daha alt seviyelerde bulunan diğer değişkenlerden de etkilenmektedir. Modelin üçüncü seviyesinde Eylem ve Planlama Eksikliği (Z10) değişkeni bulunmaktadır. Eylem ve Planlama Eksikliği (Z10) değişkeni, Çalışanların Değişime Karşı Direnci (Z4), Bilgi Paylaşımı

ve İletişim Eksikliği (Z5), Motivasyon Eksikliği (Z8), Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) ve Fonksiyonlar Arası Çatışmalar (Z11) değişkenlerini etkilemektedir.

Aynı zamanda Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1), Eğitim/Öğretim Eksikliği (Z2), Finansal Kısıtlamalar (Z3) ile Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi (Z7) değişkenlerinden ise etkilenmektedir. Modelin dördüncü seviyesinde ise Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Eğitim/Öğretim Eksikliği (Z2) değişkenleri bulunmaktadır. Bu değişkenler kendi seviyelerinde yer alan diğer tüm değişkenlerden de etkilenmektedir ve kendilerinden daha alt seviyelerde bulunan diğer değişkenlerden de etkilenmektedir. Yani Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1) ve Eğitim/Öğretim Eksikliği (Z2) değişkenleri Finansal Kısıtlamalar (Z3) ve Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi (Z7) değişkenlerinden etkilenmektedir. Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra, sistemdeki değişkenlerin durumlarını incelemek için MICMAC yöntemi kullanılmaktadır. Her bir değişkenin bağımlılık ve etkileme düzeylerini belirlemek ve değişkenleri temel dört gruba ayırabilmek için MICMAC yöntemi kullanılmıştır. Çizelge 11’de otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların etkileme ve bağımlılık düzeyleri yer almaktadır.

Çizelge 11. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretime Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorlukların Etkileme ve Bağımlılık Düzeyleri

Zorluklar	Etkileme Düzeyleri	Bağımlılık Düzeyleri
Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği	10	4
Eğitim/ Öğretim Eksikliği	10	4
Finansal Kısıtlamalar	11	1
Çalışanların Değişime Direnci	7	10
Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği	7	10
Pazara Yavaş Tepki	1	11
Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi	11	1
Motivasyon Eksikliği	7	10
Örgütsel Kültür Farklılığı	7	10
Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği	8	5
Fonksiyonlar Arası Çatışmalar	6	10
Kötü Satış Tahmini	1	10

Görsel 3’te otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların etkileme ve bağımlılık grafiği yer almaktadır.

		Etkileyen Bölge						Bağlantılı Bölge						
ETKİLEME DÜZEYİ	12													
	11	Z3 Z7												
	10				Z1 Z2									
	9													
	8					Z10								
	7										Z4, Z5 Z8, Z9			
	6										Z11			
	5													
	4													
	3													
	2													
	1										Z12	Z6		
		Otonom Bölge						Bağımlı Bölge						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		BAĞIMLILIK DÜZEYİ												

Görsel 3. Otomotiv Sektöründe Yalın Üretim Geçiş Çalışmalarında Karşılaşılan Zorlukların Etkileme ve Bağımlılık Grafiği

Görsel 3'te yer alan sonuçlara göre Otonom Bölge'de herhangi bir değişken bulunmamaktadır. Bağımlı Bölge'de Pazara Yavaş Tepki (Z6) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) değişkenleri bulunmaktadır. Bu bölgede bulunan değişkenler yüksek bağımlılık ve düşük etkileme düzeyine sahip olmakla birlikte bağlantılı ve otonom bölgelerdeki değişkenlerden etkilenmektedirler. Bir başka ifade ile Bağlantılı ve Otonom Bölge'de bulunan Çalışanların Değişime Direnci (Z4), Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5), Motivasyon Eksikliği (Z8) ve Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) değişkenlerinin etkilerini azaltabilmek veya bu zorlukları ortadan kaldırmak için yapılacak çalışmalarda Pazara Yavaş Tepki (Z6) ve Kötü Satış Tahmini (Z12) zorlukları ile mücadele edebilmek işletmelere destek olacaktır. Bağlantılı Bölge'de Çalışanların Değişime Direnci (Z4), Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği (Z5), Motivasyon Eksikliği (Z8) ve Örgütsel Kültür Farklılığı (Z9) değişkenleri bulunmaktadır. Bu değişken yüksek etkileme ve yüksek bağımlılık düzeyini ifade etmektedir. Bu bölgede yer alan değişkenler, sistemde bulunan tüm zorlukları fazlasıyla etkilemekte ve bu zorluklardan etkilenmektedir. Otomotiv sektöründeki işletmelerde yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukları önleyebilmek için bu bölgedeki değişkenler anahtar konumdadır. Etkileyen Bölge'de Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği (Z1), Eğitim/ Öğretim Eksikliği (Z2), Finansal Kısıtlamalar (Z3), Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi (Z7) ve Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği (Z10) değişkenleri bulunmaktadır. Bu değişkenler sistemde bulunan diğer zorluklardan fazlasıyla etkilenmekte iken bağımlılık seviyeleri de fazlasıyla düşüktür. Bu zorlukların mevcudiyeti sistemde bulunan diğer zorlukları da tetiklediği için alınacak önemlerde ilk olarak bu zorluklar göz önüne alınmalıdır. Örneğin, Finansal Kısıtlamalar (Z3) zorluğunun önüne geçildiği takdirde sistemdeki diğer zorluklardan olan Çalışanların Değişime Direnci (Z4) zorluğunun da önüne geçilebilecektir. Bir başka açıdan bakıldığında ise Finansal Kısıtlamalar (Z3) mevcudiyeti otomotiv sektöründeki işletmelerde yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorluklardan olan Çalışanların Değişime Direnci (Z4) zorluğunu tetiklemektedir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların analizinde Finansal Kısıtlamalar ile Kötü Tesis Yerleşimi Planlaması ve Yerleşimi değişkenleri ISM modelinin beşinci ve en alt düzeyinde yer aldığından dolayı sürece en çok etki eden değişkenler olmaktadır. İşletmeler tarafından bu değişkenler üzerinde yapılacak olan herhangi bir değişiklik ISM modelinin tümünü etkileyecektir. Aynı zamanda bu değişkenlerin ISM modelinden çıkartılması ile diğer tüm değişkenlerde de değişimler olması kaçınılmazdır.

Otomotiv sektöründe yalın üretim çalışmalarında Pazara Yavaş Tepki ve Kötü Satış Tahmini değişkenleri ISM modelinin birinci ve en üst düzeyinde yer almaktadır. Bu değişkenler modelde en çok etkilenen değişkenler durumdadır. Bu değişkenlerin kendilerinden daha alt düzeyde bulunan diğer değişkenler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı fakat bu değişkenlerden etkilendikleri görülmektedir. Otomotiv sektöründeki Pazara Yavaş Tepki ile Kötü Satış Tahmini değişkenlerinin etkilerini azaltmak için daha alt düzeylerde bulunan değişkenler üzerinde değişiklik yapılması gerekmektedir.

Otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarda karşılaşılan zorlukların analizinde elde edilen analiz sonuçlarına göre Pazara Yavaş Tepki ve Kötü Satış Tahmini değişkenleri yüksek bağımlılık ve düşük etkileme düzeyine sahip bağımlı bölgede bulunmaktadır. Bu bölgede bulunan değişkenler bağlantılı ve otonom bölgelerdeki değişkenlerden etkilenmektedir. Bu nedenle uzman ve mühendisler bu değişkenleri değerlendirirken gerekli önemi göstermeleri gerekmektedir. Bu değişkenlerin etkilerini azaltmak için bu değişkenleri etkileyen diğer değişkenler üzerinde değişiklik yapılması gerekmektedir. Bu değişkenleri engelleyebilmek için öncelikle diğer değişkenler engellenmelidir. Çalışanların Değişime Direnci, Bilgi Paylaşımı ve İletişim Eksikliği, Motivasyon Eksikliği ve Örgütsel Kültür Farklılığı değişkenleri bağlantılı bölgede bulunmaktadır. Bu değişken yüksek etkileme ve yüksek bağımlılık düzeyini ifade etmektedir. Bu bölgede yer alan değişkenler, sistemde bulunan tüm zorlukları fazlasıyla etkilemekte ve bu zorluklardan etkilenmektedir. Otomotiv sektöründeki işletmelerde yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukları önleyebilmek için bu bölgedeki değişkenler anahtar konumdadır. Üst Yönetim Taahhüt ve Desteğinin Eksikliği, Eğitim/ Öğretim Eksikliği, Finansal Kısıtlamalar, Kötü Tesis Planlaması ve Yerleşimi ve Eylem ve Planlama Sisteminin Eksikliği değişkenleri etkileyen bölgede bulunmaktadır. Bu değişkenler sistemde bulunan diğer zorluklardan fazlasıyla etkilenmekte iken bağımlılık seviyeleri de fazlasıyla düşüktür. Bu zorlukların mevcudiyeti sistemde bulunan diğer zorlukları da tetiklediği için alınacak önemlerde ilk olarak bu zorluklar göz önüne alınmalıdır.

Bu araştırma çalışmasının literatüre katkısı, otomotiv sektöründe yalın üretime geçiş çalışmalarında karşılaşılan zorlukların analizinde ISM ve MICMAC yöntemleri kullanılması olmuştur. Otomotiv sektöründe yalın üretim alanında görev alan çalışanlar bu üretim sistemine geçişte karşılaşılan zorlukları ve odaklanması gereken değişkenleri referans olarak değerlendirebilirler.

KAYNAKÇA

Akçacı, T., Özyurt, S. Yalın Üretim Geçiş: İplik Sektöründe Bir Uygulama. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 9(2), 85-103, 2021.

Anand, G., Kodali, R. Development of a Framework for Implementation of Lean Manufacturing Systems. *International Journal of Management Practice*, 4(1), 95-116, 2010.

Arslan, S. *Yalın Üretim ve Man Türkiye AŞ'de Örnek Bir Yalın Üretim Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.

Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., Merino-Díaz-de-Cerio, J. The Role of Organizational Context and Infrastructure Practices in JIT Implementation. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(11), 1042-1066, 2008.

Danese, P., Romano, P., Bortolotti, T. JIT Production, JIT Supply and Performance: Investigating the Moderating Effects. *Industrial Management & Data Systems*, 112(3), 441-465, 2012.

Doolen, T. L., Hacker, M. E. (2005). A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(1), 55-67.

Eswaramoorthi, M., Kathiresan, G. R., Prasad, P. S. S., Mohanram, P. V. (2011). A Survey on Lean Practices in Indian Machine Tool Industries. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52, 1091-1101.

Green Jr, K. W., Whitten, D., Inman, R. A. (2007). The Impact of Timely Information on Organisational Performance in a Supply Chain. *Production Planning & Control*, 18(4), 274-282.

Houshmand, M., Jamshidnezhad, B. (2006). An Extended Model of Design Process of Lean Production Systems by Means of Process Variables. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22(1), 1-16.

Kumar, R., Kumar, V. (2014), Barriers in Implementation of Lean Manufacturing System in Indian Industry: a Survey. *International Journal of Latest Trends in Engineering & Technology*, 4(2), 243-251.

Murguía, D., Brioso, X., y Pimentel, A. (2016). Applying Lean Techniques to Improve Performance in the Finishing Phase of a Residential Building. *Proc. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, USA*.

Roy, M. D., Sana, S. S., Chaudhuri, K. (2012). An Integrated Producer–Buyer Relationship in the Environment of EMQ and JIT Production Systems. *International Journal of Production Research*, 50(19), 5597-5614.

- Sahoo, S., Yadav, S. (2017). Analyzing the Effectiveness of Lean Manufacturing Practices in Indian Small and Medium Sized Businesses. In 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 6-10.
- Sim, K. L., Rogers, J. W. (2008). Implementing Lean Production Systems: Barriers to Change. *Management Research News*, 32(1), 37-49.
- Talib, F., Rahman, Z., Qureshi, M. N. (2011). Analysis of Interaction Among the Barriers to Total Quality Management Implementation Using Interpretive Structural Modeling Approach. *Benchmarking: An International Journal*, 18(4), 563-587.
- Upadhye, N., Deshmukh, S. G., Garg, S. (2010). Lean Manufacturing in Biscuit Manufacturing Plant: A Case. *International Journal of Advanced Operations Management*, 2(1-2), 108-139.
- Walter, R., Weinmann, M., Baier, C., Oprach, S., Haghsheno, S. (2020). A Requirement Model for Lean Leadership in Construction Projects. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), USA, 6-10 July 2020.
- Wong, Y. C., Wong, K. Y., Ali, A. (2009). A Study on Lean Manufacturing Implementation in the Malaysian Electrical and Electronics Industry. *European Journal of Scientific Research*, 38(4), 521-535.

ADSORPTIVE REMOVAL OF HEXAVALENT CHROMIUM USING PVA/HALLOYSITE NANOCOMPOSITE FILMS

Dr. Süleyman GÖKCE ¹, Associate Professor. F. Fulya TAKTAK ²

¹ Usak University, Scientific Analysis Technological Application and Research Center, suleyman.gokce@usak.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-9744-0245>

² Usak University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, fulya.taktak@usak.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0002-5968-5054>

ABSTRACT

In this study, the adsorption of hexavalent chromium (Cr (VI)) on PVA-modified halloysite nanocomposite films is investigated. The effects of various factors such as pH, initial Cr (VI) concentration and adsorbent dosage on the adsorption process were investigated. The swelling capacity of the films, which is influenced by pH, played a significant role in enhancing adsorption performance, with maximum swelling observed at pH 6. Kinetic studies showed that adsorption followed a second-order model, indicating chemisorption as the dominant mechanism. The adsorption isotherms were best described by the Langmuir model, indicating monolayer adsorption. In desorption experiments with various solvents, including methanol, acetonitrile and HCl solutions, 0.5 M HCl was found to be the most effective with a desorption efficiency of 98.85 %. The reusability of the adsorbent was evaluated over several adsorption-desorption cycles, showing a gradual decrease in removal efficiency. These results demonstrate the potential of PVA/halloysite composites as effective adsorbents for the removal of Cr (VI) with promising applications in wastewater treatment.

Keywords: wastewater treatment, adsorption, Cr (VI)

INTRODUCTION

Heavy metal contamination of water sources is a critical environmental issue, with chromium, particularly in its hexavalent form (Cr(VI)), being one of the most hazardous pollutants. Cr (VI) is highly toxic, carcinogenic, and soluble in water, which poses significant risks to human health and the environment [1-2]). It is widely used in various industrial processes such as electroplating, leather tanning, and pigment production, leading to the discharge of Cr (VI)-contaminated wastewater [3].

The removal of Cr (VI) from aqueous solutions has been the focus of extensive research, and various methods have been explored, including chemical precipitation [4], ion exchange [5], membrane filtration [6], and adsorption [7]. Among these techniques, adsorption has gained considerable attention due to its efficiency, cost-effectiveness, and simplicity in operation. The

development of new adsorbent materials with high adsorption capacities and reusability is therefore essential.

Polyvinyl alcohol (PVA), a synthetic polymer, has been extensively studied for its potential in environmental applications due to its chemical stability, non-toxicity, and ease of modification [8]. Halloysite nanotubes, a naturally occurring aluminosilicate clay with high surface area, tubular structure, and excellent adsorption properties, when incorporated into the PVA matrix, can result in a composite that concludes with superior adsorptive capabilities for Cr(VI) removal from aqueous solutions [9].

This study aims to investigate the adsorption efficiency of Cr (VI) using PVA/halloysite films under various conditions. The effects of parameters such as pH, initial Cr (VI) concentration, contact time, and temperature on the adsorption process were examined. Furthermore, the adsorption kinetics and isotherms were analyzed to elucidate the mechanism of Cr (VI) adsorption on PVA/halloysite films.

The findings of this study will contribute to the development of effective and sustainable methods for the removal of Cr (VI) from contaminated water, providing a potential solution to mitigate the environmental and health risks associated with chromium pollution.

2. EXPERIMENTAL METHODOLOGY

2.1. Chemicals

The materials used in this study were of analytical quality. Polyvinyl alcohol (PVA) was purchased from Thermo Scientific. Hydrochloric acid (HCl), sodium hydroxide (NaOH), sodium chloride (NaCl), methanol, potassium dichromate, and phosphoric acid were all purchased from Sigma-Aldrich. Acetonitrile was supplied by Merck Millipore, while diphenylcarbazide was obtained from Acros Organics. All chemicals were used as supplied without further purification. Deionized water was used throughout the experiments for solution preparation and rinsing.

2.2. Preparation of PVA/Halloysite Films

First, a 10% (w/v) PVA solution was prepared by dissolving 10 g PVA in 100 mL deionized water. The solution was heated under reflux for 2 hours to ensure complete dissolution. Once the PVA solution was prepared, 2.5 g of the solution was removed and halloysite was added in varying amounts of 40, 60, 80 and 100 mg along with 1 g of glycerol. The resulting mixtures were taken in 2.5 mL volumes and poured into acrylic molds. The films formed for 24 hours. They were then carefully removed from the molds.

2.3. Determination of the Point of Zero Charge (pH_{pzc}) of PVA/Halloysite Composite Films

The point of zero charge (pHpzc) is the pH value at which the surface of the PVA/halloysite composite film becomes electrostatically neutral. The pHpzc was determined using the solid addition method. A 0.1 mol/L NaCl solution was adjusted to pH values of 2, 4, 6, 8, 10 and 12 with 0.1 mol/L HCl or NaOH. Each solution (50 mL) was placed in separate flasks and 0.5 g of the composite film was added. After equilibration, the final pH was measured. The pHpzc value was determined by plotting the pH change ($\Delta\text{pH} = \text{pHi} - \text{pHf}$) against the initial pH and finding the intercept of the curve.

2.4. Swelling Properties in PVA/Halloysite Composite Films

The swelling properties of the PVA/halloysite composite film were assessed by measuring the weight change before (W_d) and after (W_s) swelling. After completely drying the PVA/halloysite film, 0.4 g of the film was immersed in 50 mL of deionized water at room temperature for various time intervals. The surface water was removed using filter paper, and the mass was recorded. The swelling percentage was calculated using the equation:

$$\text{Swelling (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

where W_s and W_d are the masses of the swollen and dried film, respectively.

Furthermore, the effect of pH on the swelling capacity of the PVA/halloysite composite film was assessed by measuring its equilibrium swelling rates in solutions with varying pH levels.

2.5. Optimal parameters for the adsorption of Cr(VI)

To optimize the adsorption parameters for Cr (VI), the PVA/halloysite composite film (7.5 mg) was stirred for different periods of time under various conditions, including contact time, adsorbent dosage, pH, temperature, initial Cr (VI) concentration, and halloysite content. After interaction with the film, 3 drops of H_3PO_4 and 0.5 mL of diphenylcarbazide were added to the remaining solution. After color change, UV-Vis spectrophotometer measurements were performed at 544 nm (Fernandes et al., 2014) using a calibration curve. The adsorption capacity (q_e) and the percentage of Cr (VI) removal (R%) were calculated using equations (3) and (4).

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m \times V} \quad (3)$$

$$(\%) = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100$$

The reusability of the PVA/halloysite composite film as an adsorbent was evaluated by successive adsorption-desorption cycles. For desorption of Cr (VI), the Cr (VI)-adsorbed PVA/halloysite composite film was treated with various desorption solutions, including methanol, acetonitrile and HCl at concentrations of 0.1 M, 0.5 M, 1 M and 2 M. After desorption, the film was treated with 0.1 M NaOH for 30 min. The composite was then rinsed with distilled water, dried and reused for up to seven cycles to test its reusability and stability.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. FTIR

In the FTIR spectrum, the characteristic peaks for halloysite, PVA and the PVA/halloysite composite can be interpreted as follows: Halloysite (HNT) shows conspicuous peaks at 3697 cm^{-1} and 3620 cm^{-1} , which correspond to the O–H stretching vibrations of the surface hydroxyl groups. The peaks at 1008 cm^{-1} and 1117 cm^{-1} are attributed to the in-plane stretching vibrations of Si–O–Si bonds, which are characteristic of the aluminosilicate structure of halloysite. For PVA, the strong peak at 3293 cm^{-1} is due to O–H stretching, indicating its hydrophilic nature, while the peak at 2937 cm^{-1} represents asymmetric CH_2 stretching. Other significant peaks are 1651 cm^{-1} (C=O stretching), 1417 cm^{-1} (C–H bending) and 1327 cm^{-1} (C–O stretching). In the PVA/halloysite composite, the presence of PVA and halloysite is confirmed by the combination of these peaks, with some bands slightly shifted, indicating interactions between the hydroxyl groups of PVA and the surface of halloysite, thus confirming the successful integration of halloysite into the PVA matrix (Figure 1).

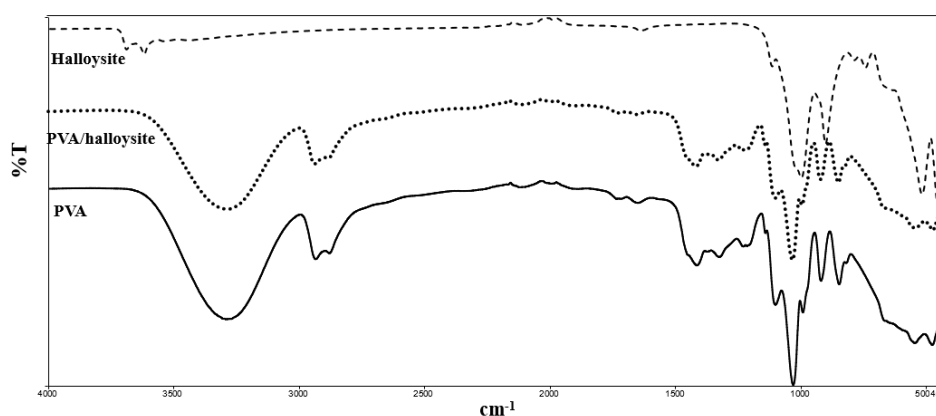


Figure 1 FTIR spectra of halloysite, PVA and PVA/halloysite film

3.2. Swelling Behavior of PVA/Halloysite Films in Relation to pH

As seen in Figure 2, the swelling behavior of PVA/halloysite films is significantly influenced by the pH of the surrounding medium. As the pH increases from 3 to 6, the ionization of the

PVA chains increases, causing electrostatic repulsion between the negatively charged acetate groups. This repulsion leads to an expansion of the polymer network, allowing the film to absorb more water and resulting in a higher swelling ratio. This behavior is consistent with the pK_a of PVA, which is around 4.7 [10], indicating that deprotonation occurs above this pH, leading to increased charge density and swelling. At pH levels above 6, however, the swelling ratio begins to decrease. As the pH continues to rise, the ionic strength of the solution increases, which neutralizes the negative charges on the acetate groups of PVA. This neutralization reduces the electrostatic repulsion between the polymer chains, causing the network to contract and leading to lower swelling [11].

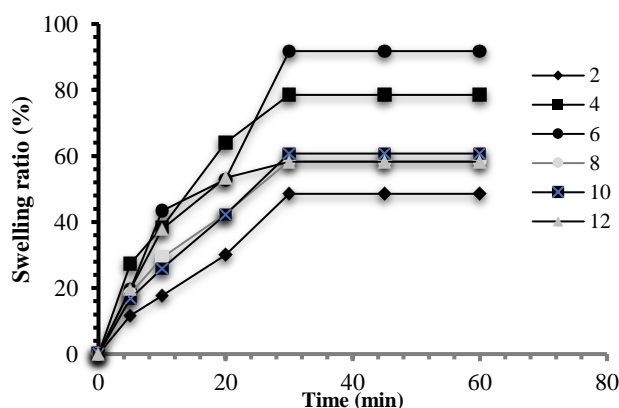


Figure 2. Swelling behavior of PVA/halloysite films at different pH values over time.

3.3. Optimal parameters for Cr (VI) adsorption

3.3.1. pH effect

Adsorption processes are very sensitive to the pH value of the solution as the interactions between adsorbent and adsorbate are significantly affected by the pH value. Therefore, determining the optimum pH conditions is very important to achieve the most efficient adsorption possible. pH_{pzc} analysis provides information on how the surface charge of the adsorbent changes with pH value. Figure 3 shows the zero-charge point (pH_{pzc}) for the PVA/halloysite composite film. The pH_{pzc} value was determined to be approximately 2.0. Below this pH value the surface of the composite is positively charged (cationic), above this pH value it is negatively charged (anionic). This charge shift has a direct effect on the ability of the film to adsorb various ions from solution, which in turn affects the overall adsorption performance.

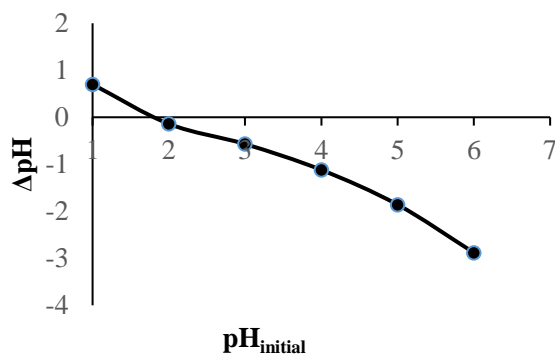


Figure 3 The pH_{pzc} determination curve for PVA/Halloysite film

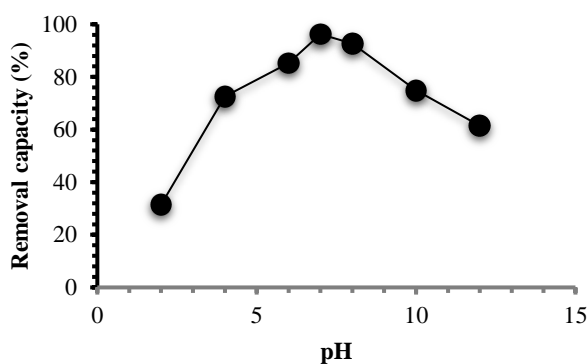


Figure 4 Effect of pH on PVA/halloysite removal capacity

As shown in Figure 4, at low pH values (below pH 2), the surface of the composite remains positively charged, which leads to electrostatic repulsion between the positively charged surface and the Cr (VI) ions, resulting in low adsorption performance. When the pH increases from 2 to 6, deprotonation of the surface functional groups occurs, causing the surface to become negatively charged. This leads to a stronger electrostatic attraction between the negatively charged surface and Cr (VI) species such as $HCrO_4^-$, which increases the removal capacity, which peaks at pH 6. Therefore, pH 6 is considered the optimum pH for Cr(VI) removal as it provides the best balance between surface charge and electrostatic attraction to Cr (VI).

However, if the pH rises above pH 6, the removal capacity begins to decrease. This decrease is due to the predominant form of Cr (VI) under alkaline conditions, CrO_4^{2-} , competing with OH^- ions for adsorption sites on the composite. In addition, the increasing deprotonation of the OH^- groups on the surface at higher pH increases the electrostatic repulsion between the negatively charged CrO_4^{2-} ions and the negatively charged adsorbent surface. As a result, the adsorption of Cr (VI) decreases significantly at higher pH values due to both competition with hydroxide ions and electrostatic repulsion.

3.1.2. Effect of adsorbent dosage

Figure 5 shows the effect of film dosage on the removal efficiency of Cr (VI) by the PVA/halloysite composite films. As can be seen, the removal capacity increases steadily with increasing film dosage. At lower dosages (e.g. 2.5-5 mg), the removal capacity is limited, probably due to the insufficient number of active adsorption sites available for Cr (VI) binding. As the film dose increases, more active sites are exposed, allowing for improved Cr (VI) adsorption.

The removal capacity reaches a plateau at about 7.5 mg, indicating that beyond this dosage, further increasing the amount of film does not significantly improve the removal efficiency. This plateau could be due to saturation of available Cr (VI) ions in the solution or due to a mass transfer limitation where the excess film does not contribute to additional removal. The observed trend suggests that optimal Cr (VI) removal is achieved at a dosage of 7.5 mg or more, at which the removal efficiency stabilizes at around 95%.

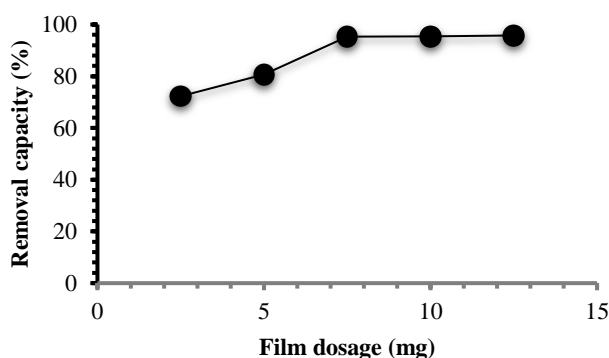


Figure 5 Effect of dosage on PVA/halloysite removal capacity

3.1.3. Effect of halloysite content

Figure 6 shows the effect of different halloysite dosages on the removal efficiency of Cr (VI) by PVA/halloysite composite films. When the halloysite dosage is increased from 40 mg to 100 mg, the removal efficiency initially increases, but reaches a plateau at 80-100 mg, where further increases in the amount of halloysite do not lead to significant improvements in the removal capacity.

At lower halloysite dosages, the limited number of available adsorption sites restricts the Cr (VI) removal efficiency, which explains the lower performance around the 40 mg mark. Halloysite nanotubes (HNTs) contain organic functional groups such as $-OH$ and $-COOH$, which play a crucial role in the adsorption of Cr (VI) ions. With increasing dosage, more of these functional groups are available to interact with Cr (VI), which improves the removal efficiency. However, the plateau observed at higher dosages (80-100 mg) indicates that the system has reached saturation. Beyond this point, the available Cr (VI) ions in the solution are

not sufficient to utilize the additional adsorption sites provided by the increased halloysite dosage.

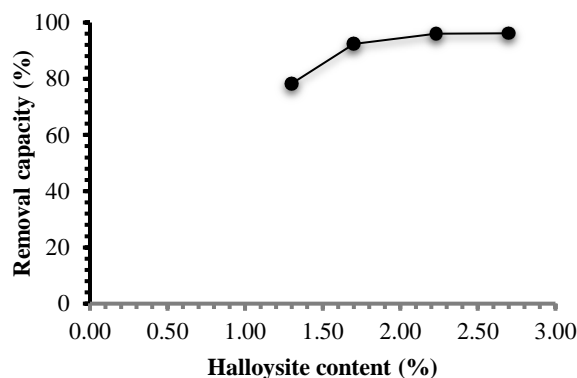


Figure 6 Effect of halloysite content on PVA/halloysite removal capacity

3.2. Kinetic Analysis of Cr (VI) Adsorption

The adsorption kinetics of Cr (VI) onto the PVA/halloysite composite were analyzed using both first-order and second-order kinetic models, as shown in Figure 7. While both models provided reasonably good fits, the second-order kinetic model demonstrated a higher R^2 value, indicating a better fit to the experimental data. This suggests that the adsorption process is more likely governed by chemisorption, where the rate of adsorption depends on the number of available adsorption sites and the interactions between Cr (VI) molecules and the surface of the adsorbent. Therefore, the second-order kinetic model is considered more appropriate for describing the Cr (VI) adsorption on the PVA/halloysite composite, highlighting that the adsorption mechanism involves stronger chemical interactions rather than just physical adsorption.

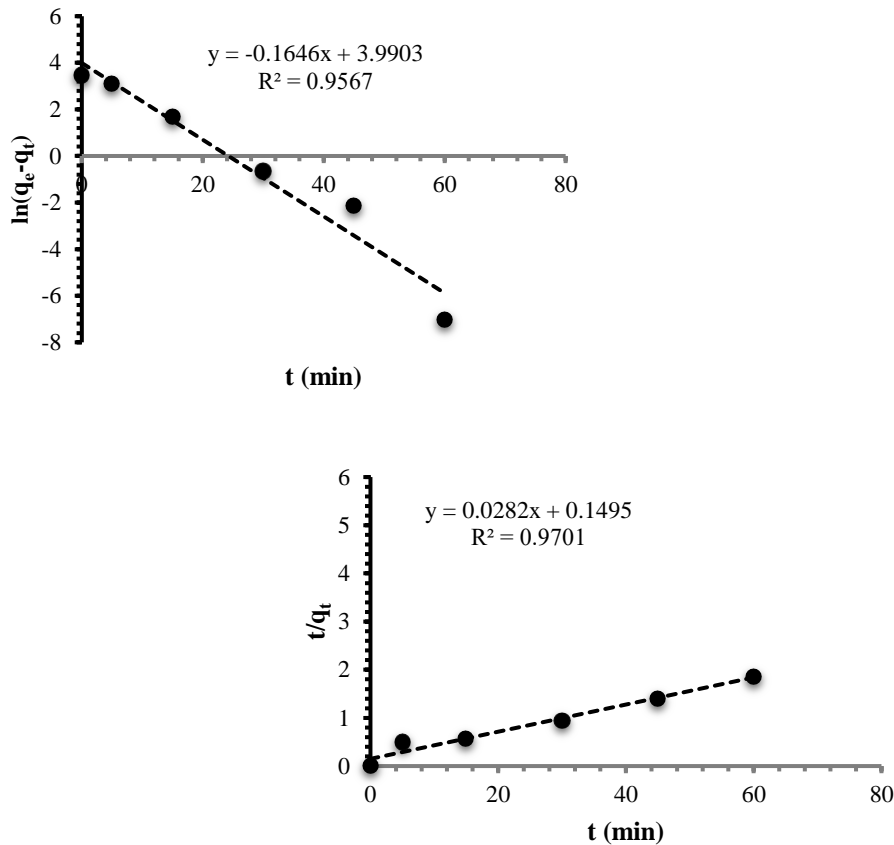


Figure 7 (a) Pseudo-first-order kinetic, (b) pseudo-second-order kinetic and c intra-particle diffusion for adsorption of Cr(VI) by PVA/Halloysite film

3.3. Adsorption Isotherms (Langmuir and Freundlich) and Initial Concentration Effect

The removal of Cr (VI) by the PVA/halloysite composite was investigated at different initial concentrations. Figure 8 shows that the removal capacity is high at low initial concentrations, which is due to the large number of available adsorption sites in relation to the Cr (VI) ions present in the solution. However, as the initial concentration increases, the removal capacity begins to decrease slightly. This decrease suggests that the adsorption sites on the PVA/halloysite composite become saturated at higher concentrations, resulting in a decrease in removal efficiency. At high initial concentrations, the number of Cr (VI) ions exceeds the number of available active sites on the composite surface, resulting in less efficient adsorption. Thus, the system reaches a point where further increases in concentration no longer significantly improve the removal capacity due to the limited availability of adsorption sites.

The adsorption data were analyzed using both the Langmuir and Freundlich isotherm models to determine the nature of Cr (VI) adsorption on the PVA/halloysite composite, as shown in Figure 9. The Langmuir model showed a higher R^2 value compared to the Freundlich model, indicating a better fit. This suggests that the adsorption process follows a monolayer adsorption

mechanism, where the surface of the adsorbent is homogeneous and each adsorption site can only accommodate one Cr (VI) ion. In contrast, the Freundlich model, which assumes heterogeneous adsorption and the possibility of multilayer formation, showed a lower R^2 value, indicating a less accurate fit. The higher R^2 value for the Langmuir isotherm supports the notion that adsorption occurs on a uniform surface with finite, specific adsorption sites.

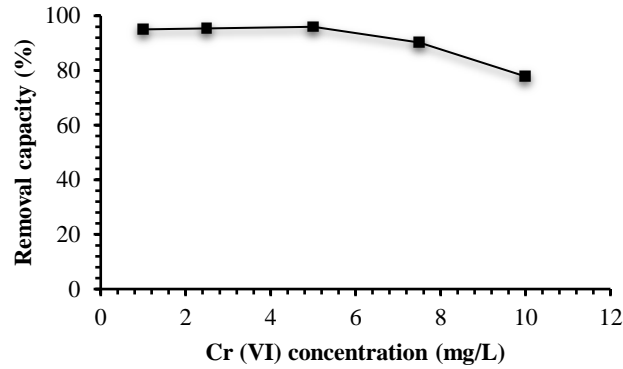


Figure 8 Effect of initial Cr (VI) concentration on PVA/halloysite removal capacity

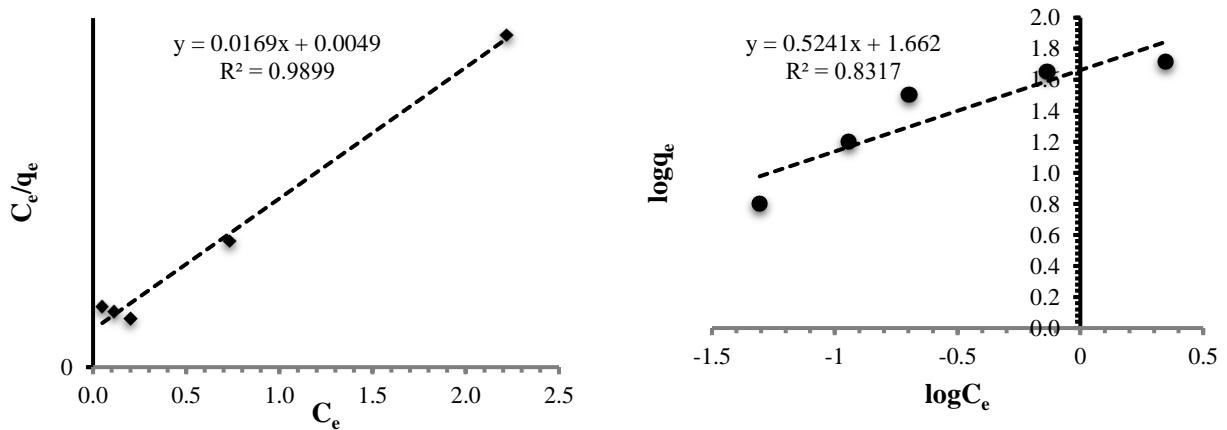


Figure 9 (a) Langmuir isotherm plot for the adsorption of Cr (VI) on PVA/halloysite film; (b) Freundlich isotherm plot for the adsorption of Cr (VI) on PVA/halloysite film.

3.4. Desorption Efficiency and Reusability of PVA/Halloysite Composite

To evaluate the reusability of the PVA/halloysite composite for the removal of Cr (VI), a series of desorption cycles were performed with different desorption solvents, including methanol, acetonitrile, 0.1 M HCl and 0.5 M HCl. Among these solvents, 0.5 M HCl showed the highest desorption efficiency, achieving a desorption percentage of 98.85%. Due to its superior desorption ability, 0.5 M HCl was selected as the optimal desorption solvent for the subsequent desorption and re-adsorption cycles.

The performance of the composite during the repeated adsorption-desorption cycles was monitored over seven cycles, and the results are summarized in Figure 10. The Cr (VI) removal efficiency was 96.0% in the first cycle and decreased minimally in the second cycle (95.6%). However, in the third cycle, the removal efficiency decreased to 92.4%, indicating some decrease in adsorption capacity with each subsequent cycle. From the fourth cycle onwards, the decline in removal efficiency became more pronounced, with the fifth cycle showing a removal capacity of 66.2%, and by the seventh cycle the efficiency had fallen to 47.3%.

This decrease in removal efficiency after several cycles may be attributed to the partial loss of active adsorption sites on the PVA/halloysite composite surface, possibly due to incomplete regeneration of the material after each desorption step.

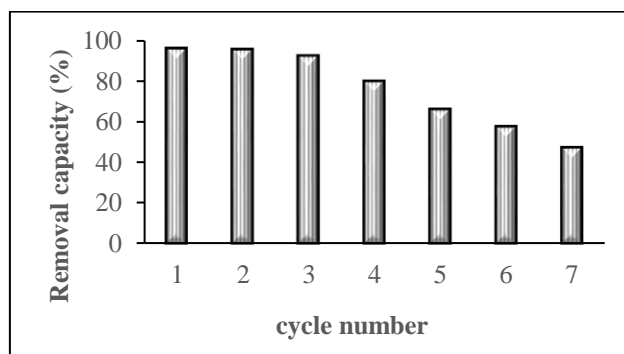


Figure 10 Reusability performance of PVA/halloysite film over seven successive adsorption-desorption cycle.

CONCLUSION

The PVA-modified halloysite nanocomposite films were found to be highly effective for the adsorption of Cr (VI), although the process was strongly influenced by factors such as pH, initial concentration and adsorbent dosage. The pH had a decisive influence on both the adsorption capacity and the swelling behavior of the films. The maximum swelling, which significantly increased the adsorption efficiency, was observed at pH 6. This pH-dependent swelling increased the surface area and the availability of active adsorption sites, which improved the removal of Cr (VI). Kinetic analysis showed that the adsorption followed a

second-order model, indicating chemisorption as the key mechanism. The Langmuir isotherm provided the best agreement, indicating single-layer adsorption at homogeneous surface sites. Among the desorption solvents tested, 0.5 M HCl showed the highest desorption efficiency. While the composite initially showed excellent performance, some loss of efficiency was observed after several adsorption-desorption cycles. Overall, PVA/halloysite composites have great potential for Cr (VI) removal.

References

- [1] Sharma, P., Singh, S. P., Parakh, S. K., & Tong, Y. W. Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction, *Bioengineered*, 13(3), 4923–4938, 2022.
- [2] Georgaki, M.-N., Charalambous, M., Kazakis, N., Talias, M.A., Georgakis, C., Papamitsou, T., Mytigliaki, C. Chromium in Water and Carcinogenic Human Health Risk, *Environments*, 10, 33, 2023.
- [3] Cao, T. N, Chen, S.S. , Chang, H. M., Ray, S. S., Hai, F., Bui, T. X., Mukhtar, H. Simultaneous hexavalent chromium removal, water reclamation and electricity generation in osmotic bio-electrochemical system, *Separation and Purification Technology*, 263, 118155, 2021.
- [4] Li, W., Zhang, C., Wei, X., Zhang, H., Han, M., Sun, W., Li, W. Process Safety and Environmental Protection, 165, 475-486, 2022.
- [5] Ren, Y., Han, Y., Lei, X., Lu, C., Liu, J., Zhang, G., Zhang, B., Zhang, Q. A magnetic ion exchange resin with high efficiency of removing Cr (VI), *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 604, 125279, 2020.
- [6] Imdad, S., Dohare, R. K., Agarwal, M., Srivastava, A. Efficient removal of Cr (VI) from wastewater using recycled polymer-based supported ionic liquid membrane technology, *Separation and Purification Technology*, 327, 124908, 2023.
- [7] Selvi, K., Pattabhi, S., Kadirvelu, K. Removal of Cr(VI) from aqueous solution by adsorption onto activated carbon, *Bioresource Technology*, 80, 1, 87-89, 2001.
- [8] Zhang, J., Zhou, Z., Xiao, B., Zhou, C, Jiang, Z., Liang, Y., Sun, Z., Xiong, J., Chen, G. , Zhu, H., Wang, S. Visible-light photocatalytic degradation of water-soluble polyvinyl alcohol

in aqueous solution by $\text{Cu}_2\text{O}@\text{TiO}_2$: Optimization of conditions, mechanisms and toxicity analysis, *Journal of Environmental Management*, 341, 118054, 2023.

[9] Boonsiriwit, A., Xiao, Y., Joung, J., Kim, M., Singh, S., Lee, Y. S. 2020. Alkaline halloysite nanotubes/low density polyethylene nanocomposite films with increased ethylene absorption capacity: Applications in cherry tomato packaging, *Food Packaging and Shelf Life*, 25, 100533, 2020.

[10] Shail, M., Shih, C. M., Liu, J., Hsieh, W. C., Lin, Y. W., Lin, L. Wu, P. C. Synthesis of glutamic acid/polyvinyl alcohol based hydrogels for controlled drug release: In-vitro characterization and in-vivo evaluation, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 75, 103715, 2022.

[11] Herman, S., Mansur, C. M. S., Adriana N. S., Alexandra A.P. FTIR spectroscopy characterization of poly (vinyl alcohol) hydrogel with different hydrolysis degree and chemically crosslinked with glutaraldehyde, *Materials Science and Engineering: C*, 28, 4, 539-548, 2008.

TESİS YERLEŞİM PROBLEMİ ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI VE UYGULAMASI: TABU ARAMA, PITY BEETLE VE HARRIS HAWKS ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMLERİN KARŞILAŞTIRMASI

Özge ÇETİN DUMLU ¹, Dr. Öğr. Üyesi, Fatma YEŞİM KALENDER ÖKSÜZ ²

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ozge.cetin1@gazi.edu.tr- 0000-0003-2721-2225

² Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, fyesim@gazi.edu.tr - 0000-0001-8862-013X

ÖZET

Tesis içi yerleşim düzeni planlaması, endüstriyel tesislerdeki malzemelerin, ekipmanların, makinelerin ihtiyaç dahilinde rollerine uygun olarak, en yüksek verimi elde edecek ve akışta en az maliyeti yaratacak şekilde düzenlenmesidir. Tesisin işleyişine özel olarak çeşitli yerleşim türleri ve her bir yerleşim düzeninin kendi iç dinamiğine özgün maliyetleri mevcuttur. Literatürde tesis yerleşim problemlerinin, problemin büyüklüğüne ve parametrelerine bağlı olarak genel itibariyle NP-zor yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Problemlerin çözümüne ilişkin çeşitli matematiksel modeller ve matematiksel modellerin yeterli kalmadığı noktalarda sezgisel ve metasezgisel yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada sürece göre yerleşim düzeni planlanan alanları eşit olmayan 9 departmanlı, (Giriş Kalite Kontrol, CNC İşleme, Ara Kontrol, Tesviye, Ölçüm, Montaj, Kurulum, Denetim, Sevkiyat) bir talaşlı imalat firmasının mevcut planının taşıma maliyetinden daha az olacak yeni yerleşim planının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Öncelikle problemin karma tam sayılı matematiksel modeli oluşturulup CPLEX 22.1.1 ile çözümü gerçekleştirilmeye çalışılmış olup program 9 saat 23 dakikalık çözümün ardından infeasible olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple üç metasezgisel yöntem, Tabu Arama Algoritması, Harris Hawks Algoritması ve Pity Beetle Algoritması ile çözümleri sağlanmış, mevcut durum ile karşılaştırılıp iyileştirme oranları hesaplanmıştır. Tesis yerleşim problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan metasezgisel algoritmalarından Tabu arama algoritması özellikle tercih edilmiştir. Diğer iki algoritma ise son yıllarda geliştirilen metasezgisel algoritmalar. Algoritmalar visual basic ile kodlanmış olup 1000 iterasyonlu olarak çalıştırılmıştır. Mevcut durum konumlarında taşıma maliyetine göre sırasıyla algoritmaların iyileştirme yüzdeleri; Tabu Arama Algoritması %25,08, Harris Hawks Algoritması %48,51, Pity Beetle Algoritması %49,51 oranlarında gözlemlenmiştir. Bulgular sonucunda sıklıkla tesis yerleşim problemleri çözümünde kullanılan Tabu arama algoritmasına göre daha

iyi sonuç veren iki metasezgisel algoritma olduğu ortaya çıkmıştır. En iyi çözümü Pity Beetle Algoritmasının verdiği, Harris Hawks Algoritmasının da çok yakın bir iyileştirme oranında olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Tesis Yerleşim Planlaması, Karma Tam Sayılı Matematiksel Model Harris Hawks Algoritması, Tabu Arama Algoritması, Pity Beetle Algoritması,

1. TESİS YERLEŞİM DÜZENLEME PROBLEMİ

Tesis yerleşim düzeni endüstriyel tesisler için büyük önem arz etmektedir. Bu önemin başlıca sebebi tesis içi taşıma maliyetlerinin şirketlere oldukça büyük bir maliyet kalemi olarak yansımalarıdır. Tesislerin üretim tipine, üretilen ürünün çeşidine ve akış miktarlarına bağlı olarak yerleşim düzenleri farklı kollara ayrılmaktadır. Her bir yerleşim kolunun kendine has bir düzeni ve bu düzenin gerektirdiği katlanılması gereken maliyetleri vardır. Bu maliyetlerin en önemlisi taşıma maliyetleridir. Tesisin çeşidi ne olursa olsun taşıma maliyetini minimize edecek bir yerleşim düzeni hem kaybedilen zamanı hem de kaybedilen zamanın beraberinde getirdiği maliyetleri de en aza indirgeyecektir.

2. PROBLEM TANIMI VE UYGULAMA

9 ana operasyon birimli, 8 adet dik işlem CNC tezgahı 1 adet koordinat ölçüm cihazı (CMM) olan savunma sanayii alt yüklenici firma, savunma ve havacılık firmaları için kalıp, fişstür, aparat tasarımı ve imalatı yapmaktadır. Firmanın üretim yapısı atölye tipi siparişe dayalı üretime uygundur. Çok çeşitlilikte az miktarda üretim yapılmaktadır. Üretimi yapılan ürünler detay yarı mamul üretimi olup nihai olarak montajlanıp satış ve sevk sürecine yönlendirilmektedir. Yerleşim tipi, sürece göre yerleşim tipine sahip olup tüm makineler benzer süreç ve fonksiyonlara dayalı olarak gruplandırılmıştır.

Firma 2025 yılı içerisinde 3600 m² yüzölçümüne sahip yeni bir tesise taşınacaktır. Mevcuttaki tesis yüz ölçümü olarak olması gerekenden küçük ve farklı yerleşim noktalarına sahiptir. Buradaki en büyük problem malzeme taşıma miktarlarının fazla olmasıdır. Yeni geçilecek tesis için yeni bir tesis yerleşimi ile malzeme taşıma maliyetini minimize edecek bir yerleşim düzeni tasarlamak amaçlanmaktadır. Tesis malzeme akış tipi olarak statik tesis yerleşim düzenine sahiptir ve yeni tesiste de bu düzene devam edilecektir.

Bu çalışmada yeni tesis için uzman görüşü ile mevcut bir yerleşim planı yapılmış ve departmanlar koordinatlara yerleştirilmiş olup, ilgili planın proses akışına göre taşıma

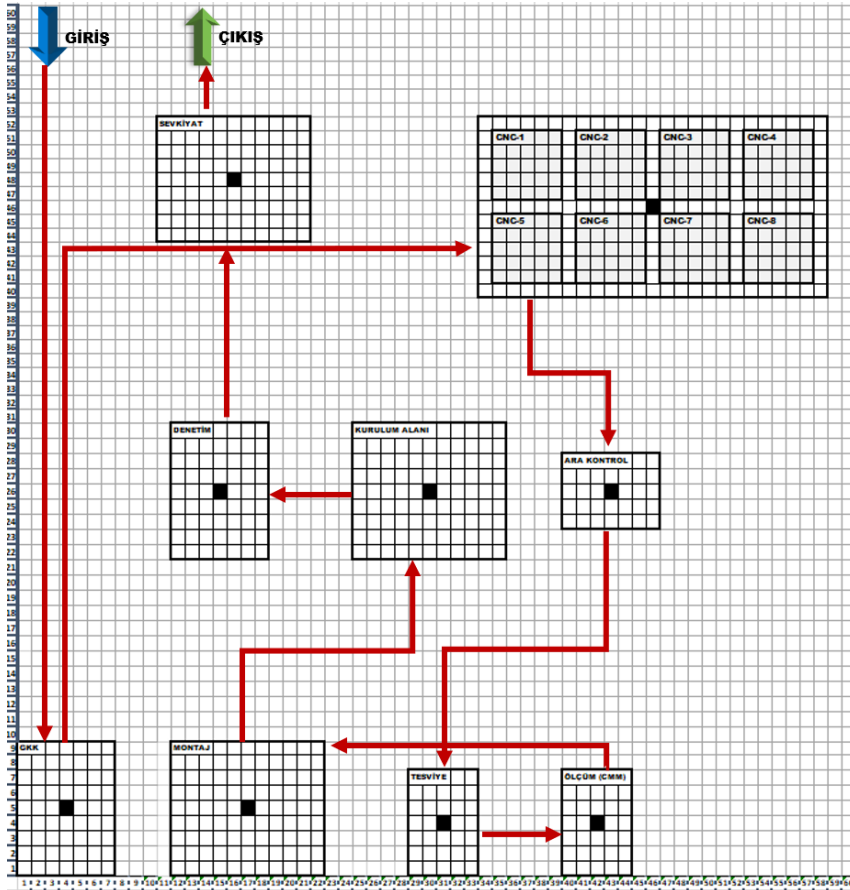
miktarları ve mesafeleri hesaplanarak minimum mesafede ve maliyette yeni bir yerleşim planı önerisi yapılacaktır. Bu çalışmada 9 ana operasyon biriminden oluşan bir talaşlı imalat firmasında tesis yerleşim düzeni problemi oluşturulmuştur. Bu operasyon birimleri sırasıyla giriş kalite kontrol (GKK), CNC işleme (8 adet CNC tezgahı aynı hücrede yer alacak şekilde gruplandırılmıştır), ara kontrol, tesviye, ölçüm, montaj, kurulum, denetim ve sevkiyat olarak belirlenmiştir. İlgili birimlerin birbirleri arasındaki mesafeler ve malzeme akış miktarlarının çarpımı taşıma maliyeti olarak belirlenmiştir. Bu sebeple problemin amacı en düşük taşıma maliyetine sahip yerleşim düzenini sağlamaktır. Problem iki boyutlu 60x60 alanına sahip düzlem üzerinde çalışacaktır. Mevcut düzen yerleşim düzeni birimler arası mesafe birimlerin orta noktaları baz alınarak Manhattan mesafesi ile hesaplanacaktır. Mesafe hesaplamaları iş akışına göre giriş kalite kontrol (GKK), CNC işleme, ara kontrol, tesviye, ölçüm, montaj, kurulum, denetim ve sevkiyat arasında yapılacaktır. Ardından bulunan mesafeler ile malzeme akış miktarları çarpılıp toplanarak toplam maliyet hesaplanacaktır. Bu hesaplama problemin tüm maliyet hesaplamalarında toplam maliyet olarak yansıtılacaktır. (1br=1₺). Problemden, birimlerin kapladığı alanlar dikkate alınacak ve birimler arasında en az 1 birim boşluk bırakılacaktır. Birimler, grid sınırları içinde çakışmayacak şekilde yerleştirilecektir. Uzman görüşü ile oluşturulan mevcut plana ait koordinatlar, birimlerin kapladıkları alanlar ve birimler arasındaki akış miktarları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. Mevcut durumda birimlerin koordinatları ve kapladıkları alanlar

BİRİM	KOORDİNAT (x,y)	ALAN (Genişlik x Yükseklik)
GKK	(4,5)	7x9
CNC HÜCRESİ	(46,46)	25x13
ARA KONTROL	(43,26)	7x5
TESVİYE	(31,4)	5x7
ÖLÇÜM (CMM)	(42,4)	5x7
MONTAJ	(17,5)	11x9
KURULUM	(30,26)	11x9
DENETİM	(15,26)	7x9
SEVKİYAT	(16,48)	9x11

Çizelge 2. Birimler arası malzeme akış miktarları

BİRİM	MALZEME AKIŞ MİKTARI (Adet)
f _{GKK-CNC}	50
f _{CNC – ARA KONTROL}	40
f _{ARA KONTROL-TESVİYE}	30
f _{TESVİYE- ÖLÇÜM (CMM)}	20
f _{ÖLÇÜM (CMM)-MONTAJ}	15
f _{MONTAJ-KURULUM}	10
f _{KURULUM-DENETİM}	5
f _{DENETİM-SEVKİYAT}	3



Görsel 1. Mevcut düzende birimlerin koordinat sisteminde gösterimi

Mevcut düzen yerleşim düzeni birimler arası mesafe birimlerin orta noktaları baz alınarak Manhattan mesafesi ile hesaplanacaktır. Hesaplamanın formülü Eş.2.1’de verilmiştir.

$$d_{\text{manhattan}} = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (2.1)$$

Minimize edilecek toplam maliyetin birimler arası Manhattan mesafesi ile malzeme akış miktarının çarpımı olarak hesaplanır. Formül ise Eş.2.2’de verilmiştir.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} d_{ij}, \quad n = (1, 2, \dots, 9) \quad (2.2)$$

$\{(i,j) | i=2, \dots, N-1; j=i+1, \dots, N; i \neq j\}$

i,j: Tesisde yer alan birimler

N: Toplam birim sayısı

Uzman görüşü ile elde edilen koordinatlara ait maliyet hesaplaması Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Mevcut Koordinatlara ait toplam maliyet

BİRİM	KOORDİNAT (x)	KOORDİNAT (y)	PROSES AKIŞ	MALZEME AKIŞ MİKTARI (fij)	MENHATTAN MESAFE (dij) (1br=1t) x1-x2 + y1-y2	TAŞIMA MALİYETİ (dij*fij)
GKK	4	5	GKK-CNC	50	83	₺4150
CNC HÜCRESİ	46	46	CNC-ARA KONTROL	40	23	₺920
ARA KONTROL	43	26	ARA KONTROL-TESVİYE	30	34	₺1020
TESVİYE	31	4	TESVİYE-ÖLÇÜM	20	11	₺220
ÖLÇÜM (CMM)	42	4	ÖLÇÜM-MONTAJ	15	26	₺390
MONTAJ	17	5	MONTAJ-KURULUM	10	34	₺340
KURULUM	30	26	KURULUM-DENETİM	5	15	₺75
DENETİM	15	26	DENETİM-SEVKİYAT	3	23	₺69
SEVKİYAT	16	48	TOPLAM			₺7184

Problem öncelikle optimal bir sonuç elde etmek amacıyla karma tam sayılı model ile modellenmiş olup CPLEX 22.1.1 çözülmüştür. Çözüm süresi oldukça fazla olup yaklaşık 9 saat 23 dk kadar devam etmiştir ve çözümün infeasible olduğu gözlemlenmiştir.

Tesis yerleşim problemleri yapısı gereği kullandığı parametreler ve amaç fonksiyonları itibarıyla oldukça karmaşık problemlerdendir. Bu tür karmaşık problemlerin çözümü için optimal yöntemlerin yeterli kalmadığı durumlarda sezgisel ve metasezgisel yöntemler devreye girmektedir. Metasezgisel yöntemler çeşitli problemlere uygulanabilen problemten bağımsız daha genel bir çözüm yaklaşımı sunan, daha karmaşık yapılara uygulanarak hızlı sonuç elde edilebilen yöntemlerdir. Genel olarak bu tip yöntemler rastgele çözüm yolları içerdiğinden optimal çözüm bulma garantisi veremez, fakat optimuma yakın sonuçlara ilerleyebilir.

Bu problemde metasezgisel yöntemler seçilirken öncelikle en yaygın kullanılan yöntemlere odaklanılacaktır. Ardından daha yeni geliştirilen yöntemler seçilecektir. İlk olarak çalışmanın 3. Bölümü olan Literatür Taraması neticesinde incelenen 83 çalışmanın %25’i Genetik Algoritma, %17’si ise Tabu Arama Algoritması ile çözüm geliştirildiği gözlemlenmiştir.

Literatür taraması neticesinde meta-sezgisel yaklaşımlardan genetik algoritma ve tabu arama algoritması en çok uygulanan çözüm yaklaşımları olduğu görülmüştür.

Genetik Algoritma ve Tavlama Benzetimi ile karşılaştırıldığında Tabu Arama daha atılğan bir yoldaki çözüm uzayını araştırır. Tabu Arama algoritmaları mevcut çözüm olan bir durumla başlar. Algoritmanın her tekrarında mevcut durum için bir komşuluk yapısı tanımlanır; bir hareket, bu komşuluktaki en iyi çözüme gitmektir (örneğin bir minimizasyon probleminde algoritma en az maliyeti sunan duruma gider). Genellikle sadece en ümit verici komşular geliştirilir, aksi takdirde problem kolay kontrol edilemeyen bir hale gelebilir. Yerel aramalar için gradiyent tipi algoritmaların aksine tabu aramada komşuluk dinamik olarak güncellenir. Diğer bir farkı ise, daha yüksek maliyetli çözümlere izin vermesidir (bu yerel minimum noktalardan kurtulmayı sağlayan yöntemdir). Tabu Arama algoritmasının gerekli bir özelliği, geçici süreliğine yasaklı (tabu) olarak sınıflandırılan arama alternatiflerinin tamamen dışında tutmasıdır. Bu nedenle, hafızanın kullanımı bu algoritmalarda can alıcı rol oynar: tabu kısıtlamalarını aklında tutar. (Glover ve Laguna, 1997).

Bu sebeple problem için yaygın olarak kullanılan meta-sezgisel algoritmalarından tabu arama algoritması kullanılmıştır. Tabu Arama Algoritmasına ek olarak son yıllarda geliştirilen metasezgisel algoritmalarından Harris Hawks Algoritması ve Pity Beetle Algoritması kullanılmıştır.

2. 1 Problem İçin Tabu Arama Algoritması

Tabu arama algoritması 1986 yılında Glover tarafından geliştirilmiş ve literatüre sunulmuştur. Tabu arama (TA), yerel arama yapan sezgisel algoritmaları kullanan bir metasezgisel işlemdir. Metasezgiseller yerel optimuma takılmayı önlemeyi sağlayarak arama uzayının kullanılmasına izin veren ileri düzey stratejilerden meydana gelir. Diğer tümleşik yaklaşımlarda olduğu gibi, TA optimuma yakın çözümlerin aralığını ya da optimum çözümleri bulmayı amaçlayan arama uzayındaki birçok değişimi yerine getirir. “Tabu” isimlendirmesi, arama uzayının yakın zamanda incelenmiş belirli alanlarının yeniden incelenmesini engellemek için algoritmanın bu alanları tabuya çevirmesi (ya da engellemesi) ile ilgilidir. (Monticelli vd., 2008).

Probleme ait Tabu Arama Algoritma adımları aşağıdaki gibidir.

1. Başlangıç koordinatları belirlenir. Bu koordinatlarla tabu listesi oluşturulup hafızaya alınır.
2. Komşu çözümler üretilir.
3. Komşu çözüm koordinatları benzersiz mi kontrolü sağlanır.
4. Üretilen komşu çözümlerin maliyeti hesaplanır.

5. Yeni maliyet mevcut maliyetten düşük mü kontrolü sağlanır.
6. Yeni komşu çözüm maliyeti bir öncekinden düşük ise en iyi çözüm güncellenir.
7. Tabu listesi güncellenir.
8. Durdurma kriteri olan iterasyon sayısı yakalanana kadar 2. Adım tekrarlanır.

Çalışmada yer alan problem için 1000 iterasyon uygulanacaktır. 1000 iterasyon sonucunda mevcut çözümden daha iyi çözümler üretilip üretilmediği kontrol edilecektir. Çözüm Visual Basic üzerinde kodlanacaktır. Probleme ait pseudo code Görsel 2’de verilmiştir.

Algorithm 1 Tabu Search Pseudo-Code

```

1: Başla
2: Başlangıç koordinatlarını belirle
3: Koordinatları tanımla ve tabu listesini oluştur
4: Iterasyon ← 1
5: while Iterasyon ≤ 1000 do
6:   Komşu çözümler üret
7:   for her komşu çözüm do
8:     if koordinatlar benzersiz değilse then
9:       Sonraki komşuya geç
10:    else
11:      Üretilen komşu çözümün maliyetini hesapla
12:      if yeni maliyet mevcut maliyetten düşükse then
13:        En iyi çözümü yeni çözüme güncelle
14:        Mevcut maliyeti yeni maliyetle güncelle
15:      end if
16:    end if
17:  end for
18:  Tabu listesini güncelle (En iyi çözümü tabu listesine ekle)
19:  Iterasyonu artır (Iterasyon ← Iterasyon + 1)
20: end while
21: En iyi çözümü döndür ve algoritmayı sonlandır
22: Son

```

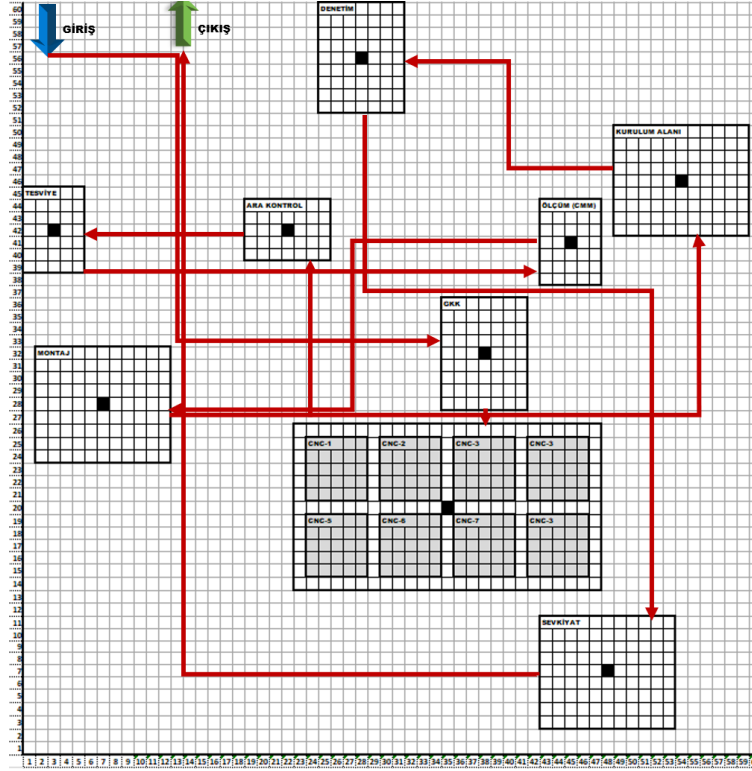
Görsel.2 Problem için tabu arama psuedo code

Tabu arama algoritmasının visual basic çözümü netcesinde elde edilen 1000 adet iterasyona ait koordinatlar Çizelge 4’de verilmiştir. Bu iterasyonlarda en düşük maliyete sahip koordinatlar çözüm kümesi olarak seçilecektir.

Çizelge 4. Tabu arama algoritması iteratif çözüm tablosu

Iteration	Best Cost	GKK (X, Y)	CNC (X, Y)	ARA KONT (X, Y)	TESVIYE (X, Y)	OLCUM (X, Y)	MONTAJ (X, Y)	KURULUM (X, Y)	DENETİM (X, Y)	SEVKİYAT (X, Y)
1	6491	(42, 32)	(35, 18)	(18, 46)	(1, 45)	(49, 42)	(3, 25)	(51, 47)	(23, 57)	(52, 4)
2	6281	(40, 30)	(31, 18)	(15, 47)	(3, 49)	(49, 39)	(7, 28)	(52, 50)	(19, 56)	(49, 9)
3	6182	(40, 34)	(33, 21)	(14, 47)	(6, 42)	(54, 38)	(8, 26)	(52, 51)	(24, 54)	(56, 7)
.
5	5607	(40, 35)	(39, 22)	(14, 42)	(3, 41)	(48, 39)	(8, 29)	(52, 50)	(19, 54)	(47, 8)
.
.
.
78	5532	(37, 37)	(37, 22)	(13, 44)	(5, 41)	(47, 38)	(7, 30)	(49, 47)	(20, 54)	(47, 7)
79	5382	(38, 32)	(35, 20)	(22, 42)	(3, 42)	(45, 41)	(7, 28)	(54, 46)	(28, 56)	(48, 7)
.
.
1000	5382	(38, 32)	(35, 20)	(22, 42)	(3, 42)	(45, 41)	(7, 28)	(54, 46)	(28, 56)	(48, 7)

Çözüm neticesinde en düşük maliyet 5382 ₺ olarak bulunmuş olup birimlere ait koordinatlar Görsel 3’de verilmiştir.



Görsel 3. Tabu Arama Algoritması Çözümü Sonucu Koordinatlar

2.2. Problem İçin Harris Hawks Algoritması

Harris Hawks algoritması, Heidari vd. tarafından 2019 yılında Harris şahinlerinin doğal süreçlerindeki avlanma stratejilerine benzetilerek geliştirilmiştir. Harris şahinlerinin avlanırken gösterdikleri birlikte çalışma davranışlarından esinlenerek matematiksel bir model geliştirilip, bu geliştirilen model ile metasezgisel bir algoritma tasarlanmıştır. Bu algoritmada av tavşan olarak belirlenmiş ve kaçan tavşanı bir arada, farklı yönlerden saldırarak avlamaya çalışma stratejisinden bahsedilmektedir. Bu stratejiyle şahinler tavşanı çok kısa sürede avlayıp, süreci tamamlayabilmektedir. Av süreçleri kısaca;

- Keşif aşaması
- Sömürü (saldırı) aşaması
- Yumuşak kuşatma
- Sert kuşatma olarak sınıflandırılır.

Probleme ait pseudo kodu Görsel.4’de verilmiştir.

Algorithm 1 Harris Hawks Optimization Pseudo-Code

```

1: Başla
2: Parametreleri tanımla: popülasyon boyutu  $N$ , maksimum iterasyon  $T$ 
3: Şahinlerin rastgele başlangıç pozisyonlarını belirle
4: Tavşan (en iyi çözüm) pozisyonunu ve maliyetini başlat
5: İterasyon  $\leftarrow 1$ 
6: while İterasyon  $\leq T$  do
7:   for Her şahin  $i$  için do
8:     Enerji seviyesini ve atlayış gücünü güncelle:
9:      $E_0 = 2 \times rand() - 1$ ,  $J = 2 \times (1 - rand())$ 
10:     $E = E_0 \times (1 - \frac{iterasyon}{T})$ 
11:    if  $|E| \geq 1$  then
12:      Keşif Aşaması: Rastgele yeni pozisyonları belirle ve güncelle
13:    else
14:      Kuşatma Aşaması
15:      if  $r \leq 0.5$  ve  $|E| \geq 0.5$  then
16:        Yumuşak Kuşatma:  $X_{new} = X_{rabbit} - E \cdot |X_{rabbit} - X_{current}|$ 
17:      else
18:        Sert Kuşatma:  $X_{new} = X_{rabbit} - E \cdot |X_{rabbit} - X_{current}| - J \cdot (X_{rabbit} - X_{current})$ 
19:      end if
20:    end if
21:    Güncellenen çözümün maliyetini hesapla
22:    if Yeni maliyet en iyi maliyetten düşükse then
23:      En iyi çözümü güncelle
24:    end if
25:  end for
26:  İterasyonu artır ( $iterasyon \leftarrow iterasyon + 1$ )
27: end while
28: En iyi çözümü döndür ve algoritmayı sonlandır

```

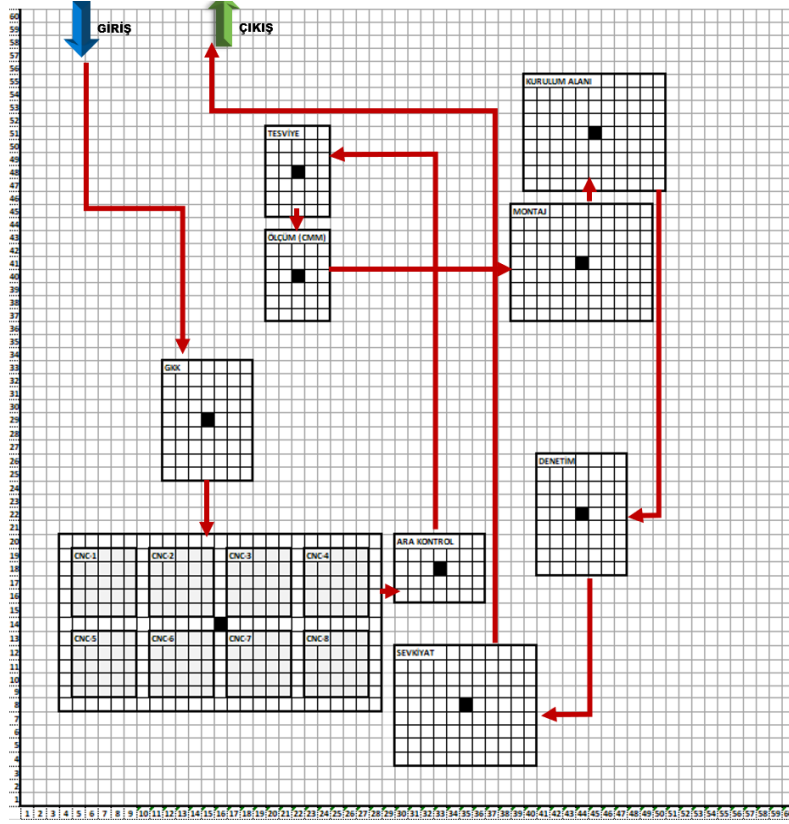
Görsel 4. Harris Hawks Algoritması Pseudo Kodu

Harris Hawks algoritmasının visual basic çözümü netcesinde elde edilen 1000 adet iterasyona ait koordinatlar Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5 Harris Hawks algoritması iteratif çözüm tablosu

Iteration	Best Cost	GKK (X, Y)	CNC (X, Y)	ARA KONT (X, Y)	TESVIYE (X, Y)	OLCUM (X, Y)	MONTAJ (X, Y)	KURULUM (X, Y)	DENETİM (X, Y)	SEVKİYAT (X, Y)
302	7183	(29, 7)	(44, 21)	(39, 51)	(16, 8)	(31, 55)	(33, 35)	(53, 56)	(14, 42)	(49, 41)
303	7182	(32, 9)	(46, 39)	(24, 25)	(5, 34)	(18, 11)	(50, 55)	(21, 36)	(7, 7)	(51, 12)
.
654	6137	(32, 31)	(37, 8)	(10, 38)	(4, 22)	(28, 53)	(42, 52)	(45, 37)	(19, 22)	(47, 23)
.
706	6011	(47, 42)	(23, 49)	(28, 8)	(13, 6)	(21, 30)	(48, 54)	(41, 23)	(56, 42)	(10, 36)
707	6011	(55, 34)	(36, 7)	(36, 39)	(55, 23)	(50, 53)	(35, 50)	(23, 42)	(8, 28)	(28, 30)
.
886	5299	(42, 40)	(47, 16)	(26, 23)	(27, 52)	(14, 26)	(27, 7)	(23, 33)	(12, 16)	(19, 52)
887	5299	(33, 31)	(15, 29)	(42, 15)	(50, 35)	(26, 9)	(7, 13)	(7, 48)	(19, 50)	(30, 43)
.
953	4830	(49, 32)	(47, 44)	(56, 14)	(31, 5)	(25, 12)	(22, 50)	(11, 15)	(22, 35)	(11, 44)
954	4829	(51, 52)	(25, 51)	(22, 9)	(34, 10)	(51, 32)	(49, 22)	(28, 23)	(17, 20)	(5, 21)
.
988	4348	(13, 31)	(13, 8)	(5, 19)	(11, 48)	(32, 49)	(41, 32)	(38, 15)	(21, 48)	(53, 44)
.
1000	3699	(15, 29)	(16, 14)	(33, 18)	(22, 48)	(22, 40)	(44, 40)	(45, 51)	(44, 22)	(34, 8)

Çözüm neticesinde en düşük maliyet 3699 ₺ olarak bulunmuş olup birimlere ait koordinatlar Görsel 5.'de verilmiştir.



Görsel 5. Harris Hawks Algoritması Çözümü Sonucu Koordinatlar

2.3. Problem İçin Pity Beetle Algoritması

Nikos Ath. Kallioras ve arkadaşları tarafından Pityogenes chalcographus adlı böceğin yaşamını sürdürmek için popülasyon olarak yürüttüğü davranışlardan esinlenerek 2018 yılında geliştirilmiş metasezgisel bir algoritmadır.

Bu böcek, zayıflamış ağaçların kabuğundaki bir ormana yerleşme ve hasat etme kabiliyetine sahipken, popülasyon belirli bir eşiği aştığında sağlıklı ve sağlam ağaçlara da zarar verebilir. Başlangıçta, öncü erkek böcekler, zayıflamış ağaçların yaydığı kimyasal özelliklerden yararlanarak uygun bir konak bulur. Bu böcekler konakta beslenmeye başladığında, yerel olarak popülasyonu artırarak erkekleri ve dişileri çeken bir feromon üretir. Belirli bir popülasyon sayısına ulaşıldığında, konağın savunma mekanizmaları artık bu kitlesel istilayı savunamaz ve böcekler hem sağlam hem de zayıflamış ağaçlara saldırılabilirler. Bununla birlikte, kalabalık bir konak ağaç, istila üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceğinden, istila yoğunluğu çok yükseldiğinde, burada beslenen böcekler daha fazla böcekleri diğer ağaçlara yönlendiren bir feromon yayar (Nikos Kallioras, 2018).

Algoritmanın 3 temel adımı mevcuttur.

1. İlk popülasyonun bulunduğu konum rastgele olarak üretilmektedir. Buna birinci nesil adı verilir.
2. Sonraki adımda hiper hacim seçimi yapılır. Bu adım yeni nesil çözümler oluşturur.

$$x_j^{(g)} = RST(l^{(g)}, u^{(g)}, D, N_{pop})$$

x_j j. bireysel çözüm vektörünün (x_j) eleman bileşenini, g nesili, $l(g)$ ve $u(g)$ g nci takip aşaması için i nci boyutun alt üst sınırlarını ifade etmektedir. N_{pop} , popülasyon sayısı, D çözüm uzayının boyutu ifade eder.

RST, bir hiper hacim içinde rastgele seçim yaparak çözüm konumunu değiştirmektedir.

Yeni nesil üretilirken F (fitness) uygunluk değeri hesaplanır. Her fitness hesaplamasında FE bir artırılır, daha iyi F değeri bulunduğu çözümler güncellenir.

3. Her üretilen yeni nesilde (N_{broods}) yeni popülasyonlar üretilir ve bu adımda yeni popülasyonlar eskilerin yerine geçer. Olabilecek en iyi FE değeri bulunana kadar algoritma devam edilir.

Algoritmaya ait pseudo kodu Görsel 6'de yer almaktadır.

Algorithm 1 Pseudo-code for PBA

```
1: Begin
2:  $g \leftarrow 0$ 
3: Initialize population  $X_0$  using RST based on  $x_j(g)=RST(l(g),u(g),D,N_{pop})$ 
4: repeat
5:   for  $k \leftarrow 1$  to  $N_{broods}$  do
6:     for  $j \leftarrow 1$  to  $N_{pop}$  do
7:       NewHypervolumeSelectionPattern()
8:       Calculate  $F()$ 
9:        $FE \leftarrow FE + 1$ 
10:    end for
11:  end for
12:  UpdatePopulationLocation()
13: until TerminationCriterion( $FE > FE_{total}$ )
14: End
```

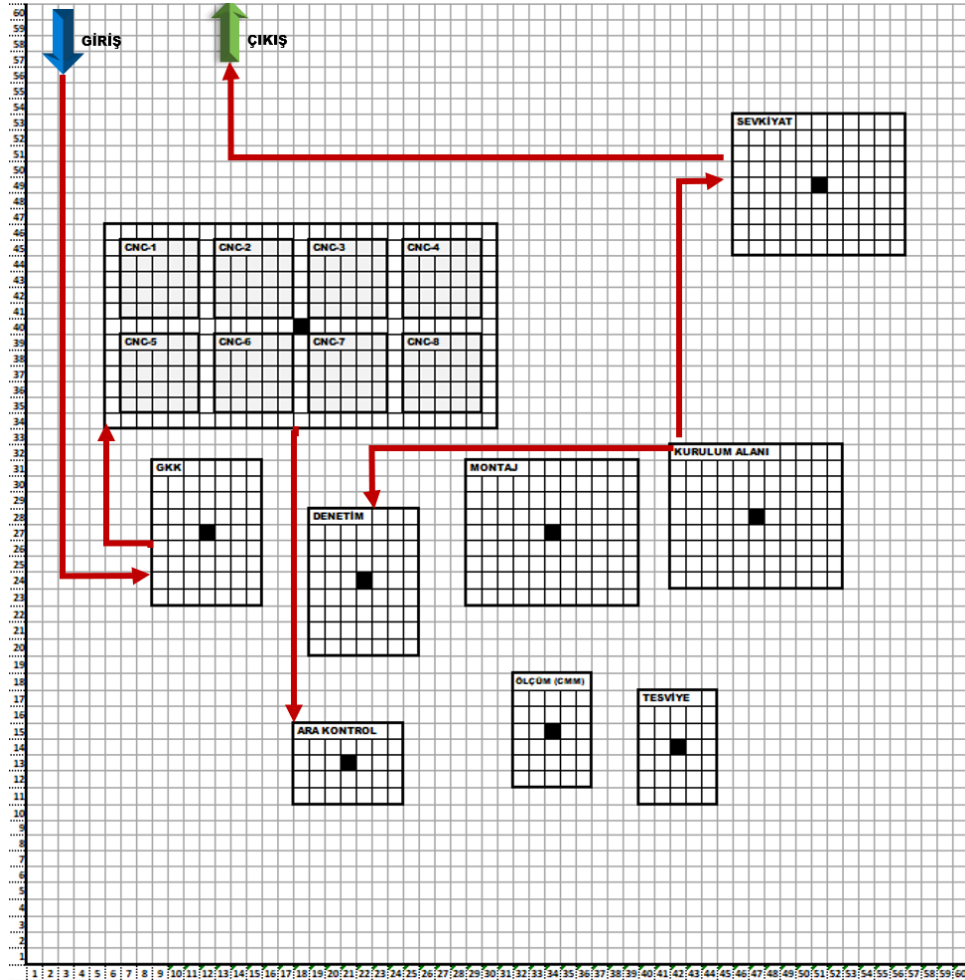
Görsel 6. Pity Beetle Algoritması Pseudo Kodu

Pity Beetle algoritmasının visual basic çözümü netcesinde elde edilen 1000 adet iterasyona ait koordinatlar Çizelge 6'de verilmiştir.

Çizelge 6. Pity Beetle Algoritması İteratif Çözüm Tablosu

Iteration	Best Cost	GKK (X, Y)	CNC (X, Y)	ARA KONT (X, Y)	TESVIYE (X, Y)	OLCUM (X, Y)	MONTAJ (X, Y)	KURULUM (X, Y)	DENETİM (X, Y)	SEVKİYAT (X, Y)
1	4493	(11, 25)	(21, 44)	(27, 10)	(41, 12)	(33, 19)	(34, 30)	(48, 24)	(23, 23)	(50, 47)
.
3	4146	(13, 24)	(17, 40)	(21, 11)	(46, 16)	(36, 16)	(38, 31)	(52, 28)	(23, 25)	(50, 45)
.
14	4022	(12, 25)	(19, 42)	(21, 12)	(43, 15)	(36, 16)	(35, 26)	(48, 27)	(22, 23)	(54, 50)
.
106	3677	(13, 26)	(17, 40)	(21, 16)	(42, 18)	(35, 16)	(39, 29)	(52, 22)	(23, 27)	(54, 50)
107	3643	(12, 27)	(16, 40)	(27, 15)	(45, 16)	(38, 17)	(37, 28)	(50, 26)	(23, 25)	(51, 48)
.
1000	3627	(12, 27)	(18, 40)	(22, 13)	(42, 14)	(34, 15)	(34, 27)	(47, 28)	(22, 24)	(51, 49)

Çözüm neticesinde en düşük maliyet 3627₺ olarak bulunmuş olup birimlere ait koordinatlar Görsel 7.'de verilmiştir.



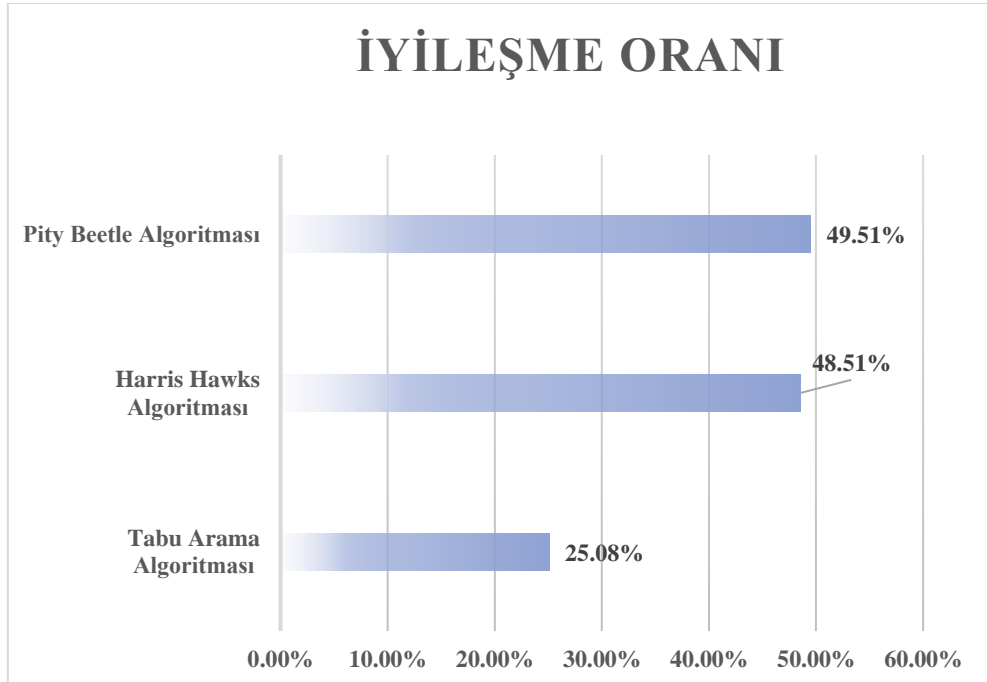
Görsel 7 Pity Beetle algoritması çözümü sonucu koordinatlar

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Algoritmaların çalıştırılması neticesinde mevcut durum maliyetine göre iyileşme oranları Çizelge 7’de, Karşılaştırma grafiği Görsel.8’de verilmiştir.

Çizelge 7 İyileşme oranı karşılaştırma tablosu

	GKK (X, Y)	CNC (X, Y)	ARA KONT (X, Y)	TESVIYE (X, Y)	OLCU M (X, Y)	MONTAJ (X, Y)	KURULUM (X, Y)	DENETİM (X, Y)	SEVKİYAT (X, Y)	Best Cost	İyileşme Oranı
Mevcut Durum	(4, 5)	(46, 46)	(43, 26)	(31, 4)	(42, 4)	(17, 5)	(30, 26)	(15, 26)	(16, 48)	7184	
Tabu Arama Algoritması	(38, 32)	(35, 20)	(22, 42)	(3, 42)	(45, 41)	(7, 28)	(54, 46)	(28, 56)	(48, 7)	5382	25,08%
Harris Hawks Algoritması	(15, 29)	(16, 14)	(33, 18)	(22, 48)	(22, 40)	(44, 40)	(45, 51)	(44, 22)	(34, 8)	3699	48,51%
Pity Beetle Algoritması	(12, 27)	(18, 40)	(22, 13)	(42, 14)	(34, 15)	(34, 27)	(47, 28)	(22, 24)	(51, 49)	3627	49,51%



Görsel 8. Mevcut durumun iyileşme oranı yüzdeleri

Çözümler sonucunda literatürde yaygın olarak kullanılan Tabu Arama Algoritması’nın kullanım ile iyileşme oranı %25,08 gelirken son yıllarda geliştirilen Pity Beetle Algoritması’nın iyileşme oranı %49,51 ile Harris Hawks Algoritması’nın iyileşme oranı, %48,51 gelmektedir. Yeni geliştirilen metasezgisel algoritmaların benzer sonuçlar elde etmiş olduğu ve Tabu Arama Algoritması’na göre çok daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Gelecek çalışmalar için bu algoritmaların başka algoritmalarla hibrit edilerek geliştirilmiş versiyonları ile çok daha iyi neticeler elde edilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Glover, F., & Laguna, M. (1997). General purpose heuristics for integer programming—Part I. *Journal of Heuristics*, 2, 343-358.
- [2] Monticelli, A. J., Romero, R., & Asada, E. N. (2008). Fundamentals of tabu search. *Modern Heuristic Optimization Techniques: Theory and Applications to Power Systems*, 101-122.
- [3] Çelik, Y., Yıldız, İ., & Karadeniz, A. T. (2019). Son Üç Yılda Geliştirilen Metasezgisel Algoritmalar Hakkında Kısa Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 463-477.
- [4] Kallioras, N. A., Lagaros, N. D., & Avtzis, D. N. (2018). Pity beetle algorithm—A new metaheuristic inspired by the behavior of bark beetles. *Advances in Engineering Software*, 121, 147-166.

EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC (PV) PANEL EFFICIENCY WITH DIFFERENT TILT ANGLES FOR MERSIN PROVINCE DURING THE HEATING SEASON

Assoc. Prof. Dr. Fatih ÜNAL¹, Assoc. Prof. Dr. Merve ŞENTÜRK ACAR²,

Assoc. Prof. Dr. Bünyamin DEMİR³

¹ Mersin University, Engineering Faculty, fatihunal@mersin.edu.tr-0000-0001-6660-9984

² Bilecik Şeyh Edebali University, Engineering Faculty, merve.senturkacar@bilecik.edu.tr-
[0000-0003-1442-4560](tel:0000-0003-1442-4560)

³ Mersin University, Engineering Faculty, bd@mersin.edu.tr-0000-0002-6405-4724

ABSTRACT

This study examines the impact of different tilt angles on the efficiency of photovoltaic (PV) panels in Mersin province, focusing on optimizing performance during the heating season. In winter, the lower angle of sunlight reaching the Earth makes it crucial to adjust PV panels at optimal tilt angles to maximize efficiency. For this purpose, meteorological data specific to Mersin province was analyzed using EnergyPlus software to evaluate the performance of PV panels at various tilt angles. The analysis focuses on changes in panel efficiency as affected by different tilt angles and environmental conditions. By integrating theoretical calculations with simulation techniques, this study comprehensively evaluates the effects of tilt angle on PV panel efficiency. Initial findings suggest that steeper tilt angles in winter increase sunlight exposure, thereby providing efficiency advantages. Additionally, results indicate that the ideal tilt angle varies depending on geographic and climatic characteristics. This research demonstrates the potential for increasing energy efficiency in Mersin province by determining optimal PV panel tilt angles during the heating season, contributing to the development of sustainable energy solutions.

Key Words: Photovoltaic Panel Efficiency, Tilt Angle, Heating Season Performance

1. INTRODUCTION

Photovoltaic (PV) panels play a vital role in the global transition to sustainable energy, offering an effective way to capture solar energy. The efficiency of these panels, however, is not solely dependent on their technology and materials, but also their alignment with the sun. Specifically, the tilt angle of a PV panel, which refers to the angle at which the panel is inclined relative to the ground, greatly influences the amount of sunlight it can absorb. This is a critical factor, especially during the winter, when the sun's position in the sky is lower, reducing the intensity and duration of sunlight exposure. As a result, optimizing the tilt angle becomes essential for maintaining high levels of solar energy capture during this period.

In recent years, research on the optimization of tilt angles for photovoltaic (PV) panels has gained momentum, aiming to increase efficiency and optimize energy production. The

efficiency of PV systems varies significantly depending on the tilt angle of the panels. Gopinathan[1] examined solar radiation values at different latitudes and azimuth angles for two locations, Oxbow and Ts'asholo, in Lesotho, Africa. By analyzing the solar radiation conditions in summer, winter, and annually, optimal tilt angles were determined. This study highlights the critical role of optimizing tilt angles in photovoltaic systems to enhance energy production capacity in regions with varying climatic conditions. Mehleri et al. [2] developed a new method for tilt angle optimization for photovoltaic arrays, comparing it with artificial neural networks and linear regression methods. Their results demonstrated that selecting the correct tilt angles could significantly improve the energy efficiency of PV systems. This work also highlights how advanced analytical techniques and methodologies can contribute to better optimization of PV panel performance. Moghadam [3] analyzed monthly, seasonal, semi-annual, and annual tilt angles for photovoltaic systems in two cities in Iran, revealing that adjusting tilt angles in accordance with seasonal variations in solar radiation could enhance system efficiency, especially during the winter and summer months. These findings emphasize the importance of regional and seasonal factors in determining the performance of photovoltaic systems. Khorasanizadeh et al. [4] examined tilt angles for different time periods in Tabass, Iran, and recommended tilt angles of 10° for the hot period (April-September) and 55° for the cold period (October-March). These optimal angles enable more efficient collection of solar radiation, underscoring the importance of adjusting PV systems based on geographic and climatic conditions. Despotovic and Nedic [5] compared the optimal tilt angles for Belgrade, Serbia, annually, seasonally, and monthly, assessing the interaction between tilt angles and solar radiation, and evaluating their effects on efficiency. In Malaysia, Khatib et al. [6] identified monthly and seasonal optimal tilt angles for five different regions. Their study found that optimizing the tilt angles increased PV panel efficiency by 6.13% for monthly optimization and 5.85% for seasonal optimization. These results demonstrate that efficient solar radiation collection through proper tilt angles can significantly enhance efficiency. Yildirim and Aktacir [7] examined the annual and monthly optimal tilt angles for PV panels facing various directions, finding that south-facing panels, in particular, benefited more from solar radiation and exhibited increased efficiency with the correct tilt angle. Their research emphasizes the importance of selecting the correct tilt angles and panel orientations to ensure efficient operation of solar energy systems. Dal [8], in a study conducted in Kayseri, Turkey, focused on determining optimal tilt angles for solar energy projects through monthly, seasonal, and semi-annual analyses. His research underlined the significance of tilt angle optimization in developing strategies for maximizing solar radiation use and improving the efficiency of solar energy systems in alignment with local climate and geographic conditions.

In regions such as Mersin, which experiences a Mediterranean climate with mild winters and relatively sunny weather, the tilt angle of PV panels is particularly important for maximizing energy generation during the heating season. During these colder months, when energy demand typically increases, ensuring that PV panels are positioned at the optimal tilt angle can help improve their overall efficiency, thereby contributing to a more reliable and cost-effective energy source. This study aims to investigate the effect of various tilt angles on the performance of PV panels, to determine the most effective tilt configurations for the winter season in Mersin. By doing so, the study seeks to enhance the understanding of how different tilt angles can

optimize solar energy production in this region, ultimately supporting the development of more efficient and sustainable energy systems.

2. MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in Mersin, a province located in southern Turkey, specifically at the Mersin University Faculty of Engineering campus. The primary aim of the study was to evaluate the efficiency of photovoltaic (PV) panels with different tilt angles during the heating season. To achieve this, PV panels with four different tilt angles (15°, 30°, 45°, and 60°) were used. Each tilt angle was selected to assess the energy production capacity of the panels under specific environmental conditions.

The study is based on collecting meteorological data specific to the Mersin province. These data include critical environmental factors such as ambient temperature, wind speed, and solar irradiance per unit area. These parameters are essential for accurately simulating the performance of the PV panels and understanding the role of environmental conditions on efficiency. Mersin's Mediterranean climate is particularly significant, as the variation in solar irradiance and temperature directly impacts panel performance. To simulate the performance of PV panels under various tilt angles, EnergyPlus software was employed. EnergyPlus is a comprehensive energy simulation tool developed for conducting energy efficiency analyses and modeling the performance of renewable energy systems in buildings. This software is particularly suitable for accurately modeling the effects of solar irradiance at different tilt angles. The simulation capabilities provided by EnergyPlus were used to assess the performance of PV panels in alignment with the environmental data collected for this study.

The study focuses on four specific tilt angles: 15°, 30°, 45°, and 60°. These angles were chosen based on the seasonal variations in solar angle in the Mersin region, to maximize solar exposure during the winter months. During winter, solar radiation reaches the earth at lower angles, so selecting the correct tilt angle is crucial for optimizing sunlight exposure and, consequently, energy efficiency. Therefore, different tilt angles were incorporated into the study as potential configurations to enhance panel performance.

Throughout the study, key performance metrics, including monthly average instantaneous DC power output and panel efficiency, were evaluated. The DC power output represents the panel's response to solar irradiance at each tilt angle and its electricity generation capacity, while efficiency serves as an indicator of the effectiveness of this energy production. These metrics allowed for a comprehensive analysis of the impact of each tilt angle on the overall performance of the PV panels. As a result, the study provided detailed insights into the role of tilt angles in panel efficiency and identified the most suitable tilt angle for optimizing performance during the winter season. The monthly average values of the meteorological data for the heating season in Mersin province, as presented in Table 1, are provided in this study.

Table 1. Ambient Temperature, Wind Speed, and Solar Radiation Ratios for Mersin Province During the Heating Season

Month	Ambient Temperature [°C] (Monthly)	Wind Speed [m/s] (Monthly)	Solar Radiation Rate per Area [W/m ²] (Monthly)
November	15.5532	2.1019	136.4546
December	10.8747	2.4953	114.4638
January	9.3462	2.5996	124.1766
February	10.6040	2.6985	152.3171

Table 1 presents the monthly average values of three key meteorological parameters for Mersin province during November, December, January, and February: ambient temperature, wind speed, and solar radiation per unit area. Ambient temperatures showed a decreasing trend throughout the winter months, with an increase observed in February. Lower temperatures are a factor that can enhance the efficiency of photovoltaic (PV) panels, as high ambient temperatures increase the electrical resistance of the panels, thereby reducing their efficiency. In this context, the lower ambient temperatures recorded in December and January create favorable conditions for more efficient operation of PV panels. Wind speed gradually increased from November to February. Wind helps cool the surface of PV panels, contributing to improved efficiency. Higher wind speeds lower the temperature of the panels, enabling them to operate more efficiently. Particularly during January and February, the higher wind speeds had a positive effect on PV panel efficiency. Solar radiation levels were relatively low in November and December, increased slightly in January, and peaked in February. During periods of high solar radiation, PV panels capture more solar energy, thus improving their efficiency. Therefore, it is expected that PV panel efficiency will reach its highest level in February. Overall, these meteorological data play a crucial role in optimizing the efficiency of PV panels in Mersin province. Lower temperatures and increased wind speeds during the winter months enable PV panels to operate more efficiently, while the increase in solar radiation, especially in February, provides significant potential for efficiency gains. Taking these environmental factors into account is essential for optimizing the tilt angles of PV panels, thereby enhancing their efficiency.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In this study, the effects of different tilt angles on the efficiency of PV panels during the heating season in Mersin were thoroughly assessed. The analysis included simulations at four distinct tilt angles: 15°, 30°, 45°, and 60°. These angles were selected to evaluate their impact on the panels' performance under varying environmental conditions typical of the heating season. Table 2 illustrates the variations in the average DC power output and efficiency of the panels

at these tilt angles during the winter months. This data highlights the seasonal fluctuations in PV panel performance, offering valuable insights into the optimal tilt angles for maximizing energy production and efficiency during the colder months.

Table 2. Results of PV Panel Performance with Different Tilt Angles During Heating Season Months

Month	Tilt Angle	Monthly Average Instantaneous DC Power Output (W) [Monthly]	PV Efficiency (%)
November	15°	10.31	4.98
	30°	11.87	5.00
	45°	12.70	4.99
	60°	12.87	4.97
December	15°	9.01	4.71
	30°	10.89	4.78
	45°	12.04	4.78
	60°	12.49	4.76
January	15°	9.88	5.27
	30°	11.58	5.32
	45°	12.55	5.32
	60°	12.84	5.31
February	15°	11.80	5.29
	30°	13.16	5.32
	45°	13.78	5.32
	60°	13.71	5.32

Table 2 summarizes the performance of PV panels in Mersin during November, December, January, and February, concerning different tilt angles. The data reveals that the power output and efficiency of PV panels vary depending on the tilt angle. Specifically, tilt angles of 45° and 60° exhibit higher power output and efficiency across all months. This indicates that steeper tilt angles in the winter months' result in greater exposure to solar radiation, thereby enhancing panel efficiency. For example, in February, tilt angles of 45° and 60° achieved power outputs of 13.78 W and 13.71 W, respectively, and an efficiency of 5.32%, marking the highest performance. These findings suggest that optimizing the tilt angles of PV panels during the winter months, when solar radiation is at lower angles, significantly contributes to increased efficiency.

This study emphasizes the impact of environmental factors, particularly solar radiation, wind speed, and ambient temperature, on the efficiency of PV panels. Mersin's Mediterranean climate

allows solar radiation to be more concentrated during certain periods of the year, and these periods benefit from the use of steeper tilt angles to capture more sunlight. Although solar radiation levels were relatively low in November, December, and January, a marked increase was observed in February. This increase played a crucial role in enhancing the efficiency of PV panels during that month. Moreover, the rise in wind speed helped to cool the panel surfaces, preventing overheating and further boosting efficiency. In particular, higher wind speeds in January and February positively impacted panel performance. Additionally, the lower ambient temperatures during these months supported the efficient operation of PV panels when solar radiation was more intense. Overall, the study highlights the critical importance of considering environmental factors in optimizing PV panel efficiency and emphasizes the need for proper tilt angle adjustments to maximize energy production. These findings suggest that optimizing environmental conditions during PV system installation can significantly enhance energy efficiency and contribute to the development of sustainable energy solutions.

4. CONCLUSIONS

The results of this study reveal that considering the geographical location of Mersin province and the characteristics of solar radiation during the heating season, PV panels produce higher energy output with steeper tilt angles. Particularly during the winter months, when solar radiation arrives at lower angles, increasing the tilt angle of the panels maximizes the solar radiation incident on the panel surface, thereby enhancing energy production. The data show that similar results were obtained at 30°, 45°, and 60° tilt angles, with the 60° tilt angle generally providing the highest energy output and efficiency values. These findings emphasize the importance of adjusting the panel tilt to align with geographical and seasonal conditions to significantly improve energy efficiency.

In regions with high solar energy potential, such as Mersin, determining the optimal tilt angles for PV panels during the heating season can be a crucial strategy to increase energy production. Taking into account regional climate and solar radiation characteristics, these optimizations play a key role in enhancing energy efficiency. Furthermore, this study can serve as a valuable guide for regional energy planning and contribute to achieving sustainable energy goals. The findings provide important insights that can aid in the development of future energy strategies, contributing to the creation of more efficient and sustainable regional energy systems.

REFERENCES

- [1] Gopinathan, K. K. (1991). Solar radiation on variously oriented sloping surfaces. *Solar Energy*, 47(3), 173-179.
- [2] Mehleri, E. D., Zervas, P. L., Sarimveis, H., Palyvos, J. A., & Markatos, N. C. (2010). Determination of the optimal tilt angle and orientation for solar photovoltaic arrays. *Renewable Energy*, 35(11), 2468-2475.
- [3] Moghadam, H., Tabrizi, F. F., & Sharak, A. Z. (2011). Optimization of solar flat collector inclination. *Desalination*, 265(1-3), 107-111.

- [4] Khorasanizadeh, H., Mohammadi, K., & Mostafaeipour, A. (2014). Establishing a diffuse solar radiation model for determining the optimum tilt angle of solar surfaces in Tabass, Iran. *Energy Conversion and Management*, 78, 805-814.
- [5] Despotovic, M., & Nedic, V. (2015). Comparison of optimum tilt angles of solar collectors determined at yearly, seasonal and monthly levels. *Energy Conversion and Management*, 97, 121-131.
- [6] Khatib, T., Mohamed, A., Mahmoud, M., & Sopian, K. (2015). Optimization of the tilt angle of solar panels for Malaysia. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 37(6), 606-611.
- [7] Yildirim, E., & Aktacir, M. A. (2019). Investigation of the effects of azimuth and tilt angles on building-integrated photovoltaic systems. *Journal of Engineering and Architecture Faculty, Gazi University*, 34(2), 609-620.
- [8] Dal, A. R. (2021). Examination of the effect of the optimum tilt angle on the efficiency of solar panels. *Bilecik Seyh Edebali University Journal of Science and Technology*, 8(1), 241-250.

ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC PANEL EFFICIENCY FOR THE HEATING SEASON IN MERSIN PROVINCE: A COMPARISON OF DIFFERENT PERFORMANCE MODELS

Assoc. Prof. Dr. Fatih ÜNAL¹, Assoc. Prof. Dr. Merve ŞENTÜRK ACAR²,

Assoc. Prof. Dr. Bünyamin DEMİR³

¹ Mersin University, Engineering Faculty, fatihunal@mersin.edu.tr-0000-0001-6660-9984

² Bilecik Şeyh Edebali University, Engineering Faculty, merve.senturkacar@bilecik.edu.tr-

[0000-0003-1442-4560](tel:0000-0003-1442-4560)

³ Mersin University, Engineering Faculty, bd@mersin.edu.tr-0000-0002-6405-4724

ABSTRACT

This study investigates the performance of photovoltaic (PV) panels in Mersin province during the heating season by employing several performance models. Accurate performance assessments can greatly enhance the intensity of solar radiation absorbed and the overall efficiency of PV panels. In order to accurately assess the performance of the panels, it is essential to consider the impact of the reduced sunlight intensity during the winter months and employ a range of modeling techniques. The research utilizes EnergyPlus software in combination with meteorological data specific to Mersin province to assess various performance models. Each model approaches the calculation of the energy production capacity of PV panels under solar radiation differently, taking into account Mersin's unique geographic and climatic characteristics. The study systematically compares the efficiency outcomes from these models and evaluates their respective strengths and limitations. The results demonstrate that each model yields varying levels of accuracy during the winter season. The findings emphasize that choosing the appropriate model is fundamental for accurately reflecting PV panel efficiency and optimizing energy production. This research highlights the role of different performance models in assessing the efficiency of PV panels in Mersin during the heating season and underscores the potential of these models to enhance regional energy efficiency through improved performance analysis.

Key Words: Photovoltaic Panel Efficiency, Performance Models, Heating Season

1. INTRODUCTION

In today's world, there is an increasing shift towards renewable energy sources to meet energy needs sustainably. In this context, photovoltaic (PV) systems stand out due to their environmental benefits and potential to ensure sustainability in energy production. Due to its geographical location, Mersin possesses a high potential for solar energy. This region,

characterized by a Mediterranean climate, receives abundant sunlight throughout the year. However, during the winter months, the decreased intensity of sunlight can negatively impact the energy production capacity of PV panels. The lower angles at which sunlight reaches the Earth during winter make it challenging for PV panels to operate at optimal efficiency, leading to seasonal fluctuations in energy production and reduced output during the heating season. In this context, selecting appropriate performance models to evaluate PV panel efficiency and optimize energy production is crucial. Effective performance assessment requires not only the optimization of panel placement and tilt angles but also a thorough consideration of environmental factors. Employing accurate models can help minimize the reductions in energy production during winter and enhance overall energy efficiency. This study aims to evaluate the performance of PV panels in the Mersin region during the winter season using various models and to compare the effectiveness of these models. By analyzing the results of different performance models, this research seeks to identify the strategies necessary to ensure PV panels operate at maximum efficiency. The findings of this evaluation will contribute to the development of strategies that enable PV systems to perform more efficiently during the winter months and reduce seasonal fluctuations in energy production.

Numerous studies have evaluated the performance of photovoltaic (PV) systems, focusing on aspects such as system design, the impact of environmental factors, and optimization of energy production through software simulations. Gökçe and Karakılıçık (2020) examined the adverse effects of temperature, shading, and soiling on the efficiency of a 32-panel PV system installed on the UZAYMER building at Çukurova University. Their findings highlighted significant energy losses due to these factors, emphasizing the critical role of environmental conditions in PV performance. Altinkök (2021) assessed Turkey's solar energy potential and simulated a PV system to be installed on the roof of the Engineering Faculty at Giresun University using PVSol software. The simulation revealed that the system could meet 52% of the annual energy needs. This study underscores the efficacy of PVSol software in designing realistic and efficient PV systems. Rout and Kulkarni (2020) optimized the design of a 2 kW rooftop PV system in Odisha using PVSyst software, detailing the energy production and performance analysis. This study demonstrated the potential of software simulations to enhance the energy output capacities of PV systems. Kazem and Chaichan (2015) highlighted the significant impact of relative humidity on PV system performance. They noted that humidity is inversely related to parameters such as solar radiation, wind speed, and ambient temperature, which can negatively affect PV efficiency. Park et al. (2013) identified a linear relationship between temperature and relative humidity in PV modules. Mekhilef et al. (2012) investigated the interconnected effects of dust, humidity, and wind speed on PV system efficiency, emphasizing the interplay of these environmental factors. Chaichan and Kazem (2016) found that while wind has a minimal effect on module temperature, high relative humidity adversely impacts solar radiation and panel performance. These studies collectively indicate that a holistic approach to environmental factors is essential for optimizing PV system efficiency. Loulas et al. (2012) conducted a detailed shading analysis using Google Sketchup and PVSyst software, placing panels in non-shaded areas and calculating annual electricity production with PVSyst. This study underscores the importance of shading analysis in enhancing PV system efficiency. Farghally et al. conducted design and sensitivity analyses of photovoltaic/thermal solar collectors using

MATLAB Simulink, investigating changes in thermal efficiency based on fin ratio variations. This research provides crucial insights into the thermal management of PV systems. Baghdadi et al. (2018) performed a comparative performance analysis of three different PV technologies (amorphous, monocrystalline, and polycrystalline) for a grid-connected PV system using PVsyst software. This study elucidates the performance characteristics of various PV technologies, indicating which technologies are more efficient under specific conditions. These studies contribute significantly to understanding the use of software in PV system design, the impact of environmental factors, and the optimization of energy production. The current research evaluating PV panel efficiency during the heating season in Mersin province aims to add to this body of knowledge by comparing different performance models using similar approaches.

2. MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at the Faculty of Engineering in Mersin, Turkey. The region's climatic conditions and the varying solar radiation data during the heating season were utilized to analyze the performance of photovoltaic (PV) panels. Hourly meteorological data, including air temperature, wind speed, and solar radiation, were collected and used for the analysis.

To evaluate the performance of PV panels during the heating season, three distinct performance models were employed: the Simple Model, the Sandia Model, and the One-Diode Model. These models were selected for their respective strengths in simulating PV performance under various conditions. Simulations were carried out using EnergyPlus software, a powerful tool for modeling energy usage in buildings and renewable energy systems.

For each month identified as part of the heating season, hourly data were input into the EnergyPlus software to simulate the efficiency of PV panels according to the Simple, Sandia, and One-Diode models. The output from these simulations provided a comprehensive set of data on PV panel performance under different tilt angles and environmental conditions.

The gathered data were then compared across the three models to assess the relative efficiency of each other. This comparative analysis enabled a thorough understanding of how each model performed under the specific conditions of the Mersin region during the heating season. The results were analyzed to identify the most effective model for optimizing PV panel performance in this particular geographic and climatic context.

This methodological approach ensures a robust evaluation of PV panel efficiency, taking into account the unique climatic challenges of the winter months in Mersin. By using three different models, the study provides a nuanced understanding of how various performance models can be utilized to enhance the energy output of PV systems during periods of reduced solar radiation.

The efficiency of photovoltaic (PV) panels refers to their capacity to convert solar radiation into electrical energy. This efficiency is typically calculated using the following general formula:

$$\eta = \frac{P_{out}}{G \cdot A}$$

Here, P_{out} represents the generated electrical power (W), G denotes the solar irradiance (W/m^2), and A refers to the panel surface area (m^2). In this study, the Sandia model provides a detailed method for performance calculation. This model accounts for efficiency by considering environmental factors such as cell temperatures and irradiance.

$$\eta_{Sandia} = \eta_{ref} \cdot (1 + \beta \cdot (T_c - T_{ref}))$$

Here, η_{ref} denotes the reference efficiency (efficiency under standard test conditions), β is the temperature coefficient (typically negative, $\%/^{\circ}C$), T_c represents the cell temperature ($^{\circ}C$), and T_{ref} indicates the reference cell temperature (typically $25^{\circ}C$). The Simple Model calculates performance based solely on irradiance and standard panel efficiency. This model does not account for environmental variables; therefore, its results often lose accuracy beyond standard conditions.

$$\eta_{Simple} = \eta_{STC}$$

Here, η_{STC} represents the efficiency under standard test conditions (irradiance = $1000 W/m^2$, cell temperature = $25^{\circ}C$). The One-Diode model provides a more detailed analysis of photovoltaic performance at the cell level, particularly accounting for the current-voltage relationship. Efficiency is expressed as follows:

$$\eta_{One-Diode} = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{G \cdot A}$$

Here, V_{mp} represents the voltage at the maximum power point (V) and I_{mp} denotes the current at the maximum power point (A). This model can be considered ideal for a more in-depth analysis of panel characteristics.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In this study, the efficiency of PV panels was analyzed using different performance models for the heating season in Mersin. The changes in meteorological data during the heating season, which were used for the analysis, are presented in Figure 1.

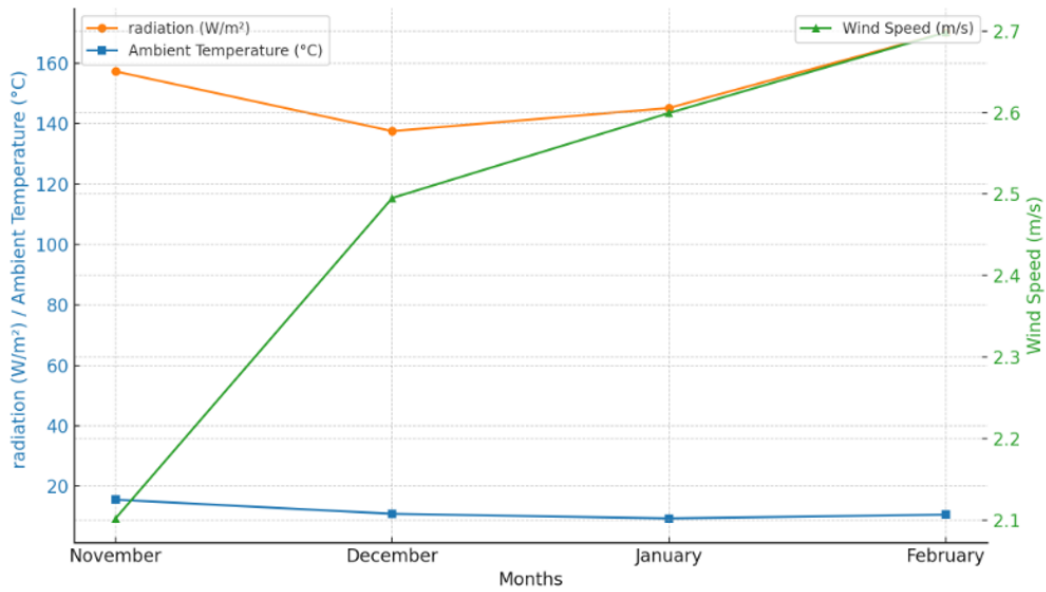


Figure 1 Monthly Variation of Radiation, Ambient Temperature, and Wind Speed During the Heating Season

Figure 1 shows the ambient temperature (°C), radiation (W/m²), and wind speed (m/s) during the heating season months. Upon examining Table 1, the highest solar irradiance value (~160 W/m²) is observed in November. While irradiance decreases in December and January, it rises again in February. This fluctuation indicates that solar irradiance is related to varying day lengths and weather conditions throughout the winter season. The ambient temperatures are higher in November (~15°C) and drop to their lowest levels in December and January (~9°C), with a slight increase in February. This temperature trend aligns with typical winter seasonal changes. Wind speeds are lower in November (~2.1 m/s) and gradually increase, reaching their highest level in February (~2.7 m/s). The increasing wind speed has the potential to provide natural cooling and enhance the efficiency of PV panels. These data are critical for understanding the environmental factors that must be considered to optimize PV panel performance during the winter months. Changes in radiation levels and wind speed directly impact the energy production and efficiency of PV panels. These observations highlight the importance of strategic adjustments to enhance PV efficiency under varying seasonal conditions, providing valuable insights for the "Results" and "Discussion" sections of your paper.

Table 1 compares the monthly average instantaneous DC power (W) and PV efficiency (%) values of the SANDIA, SIMPLE, and ONE-DIODE models in the region where the PV panel is used. The values have been examined to evaluate the performance of these models throughout the heating season (November-February).

Table 1. Results of PV Panel Performance with Different Tilt Angles During Heating Season Months

Month	Model	Monthly Average Instantaneous DC Power (W) [Monthly]	PV Efficiency (%)
November	SANDIA	11.86	5.00
	SIMPLE	13.87	5.91
	ONE-DIODE	12.99	5.59
December	SANDIA	10.89	4.78
	SIMPLE	12.13	5.25
	ONE-DIODE	11.56	4.96
January	SANDIA	11.58	5.32
	SIMPLE	12.8	5.83
	ONE-DIODE	11.94	5.54
February	SANDIA	13.16	5.32
	SIMPLE	15.01	6.02
	ONE-DIODE	14.17	5.81

Upon examining Table 1, it is evident that the SIMPLE model consistently exhibits higher power output and efficiency compared to the other models each month. This superior performance is attributed to the straightforward calculation method used by the SIMPLE model. The ONE-DIODE model generally provides results close to those of the SIMPLE model, while the SANDIA model lags behind both. In November, the SIMPLE model achieves the highest power output (13.87 W) and efficiency (5.91%). As solar irradiance decreases in December, all models experience a reduction in energy production and efficiency, yet the SIMPLE model maintains its leading position. January shows a slight recovery, with an increase in power output, where the SIMPLE and ONE-DIODE models record similar values in terms of power and efficiency. In February, the SIMPLE model demonstrates the highest performance, with a power output of 15.01 W and efficiency of 6.02%. During this month, all models show improved results. Overall, the SIMPLE model proves to be the most consistent and high-performing, while the ONE-DIODE model provides closer results than expected under lower temperature and irradiance conditions. Although the SANDIA model yields lower results compared to the other models, it still offers a reliable reference framework. These analyses provide critical insights into the effectiveness of different models in optimizing PV panel performance, particularly under varying seasonal conditions. In this study, the performance of photovoltaic (PV) panels during the heating season in Mersin was analyzed using different models: SANDIA, SIMPLE, and ONE-DIODE. The SIMPLE model demonstrated superior monthly average DC power output and efficiency compared to the other two models. This suggests that the SIMPLE model may more effectively represent PV panel performance in hot and sunny climates like Mersin. Throughout the heating season, efficiency values varied between 5% and 6%, indicating that PV panels can still produce significant energy during the winter months. However, the SANDIA model showed lower efficiency in December (4.78%), highlighting its potential weakness in representing energy production under winter conditions.

The ONE-DIODE model provided balanced results and performed similarly to both the SIMPLE and SANDIA models, establishing it as a reliable method for both theoretical and practical applications. These findings underscore the importance of selecting an appropriate model to optimize PV panel performance in Mersin and provide critical insights into the effectiveness of different models under varying seasonal conditions.

4. CONCLUSIONS

Based on the analyses conducted, it is recommended to use the SIMPLE model in regions with a Mediterranean climate like Mersin to achieve higher performance and efficiency results. However, it is important to reassess the models for different climatic conditions. Analyzing the performance of PV panels outside the heating season is crucial to evaluate the suitability of the models throughout the year. Comprehensive analyses can be conducted on different tilt angles and panel types. The economic feasibility of PV panel investments should be examined based on the model results, and studies that provide guidance to consumers and policymakers should be conducted. The impact of environmental factors such as cloud cover, temperature fluctuations, and wind on the models should be examined in detail in separate studies to assess their effects on PV panel performance. In conclusion, this study serves as a significant reference for comparing different models for analyzing the performance of PV panels during the heating season. Future research, supported by broader datasets and various parameters, can contribute to the more efficient use of photovoltaic systems.

REFERENCES

- [1] Gokce, I., & Karakilcik, M. (2020). Electricity generation from solar energy using photovoltaic (PV) cells and analysis of factors affecting performance. *Cukurova University Journal of Science and Engineering*, 39(1), 50-59.
- [2] Altinkok, S. (2021). Design and analysis of a photovoltaic system suitable for the needs of Giresun University Faculty of Engineering (Master's thesis). Graduate School of Natural and Applied Sciences, Giresun University, Giresun.
- [3] Rout, K. C., & Kulkarni, P. S. (2020). Design and performance evaluation of proposed 2 kW solar PV rooftop on-grid system in Odisha using PVsyst. In *2020 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS)* (pp. 1-6). IEEE.
- [4] Kazem, H. A., & Chaichan, M. T. (2015). Effect of humidity on photovoltaic performance based on experimental study. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(23), 43572-43577.
- [5] Park, N. C., Oh, W. W., & Kim, D. H. (2013). Effect of temperature and humidity on the degradation rate of multicrystalline silicon photovoltaic module. *International Journal of Photo-energy*, 9(5).
- [6] Mekhilef, S., Saidur, R., & Kamalisarvestani, M. (2012). Effect of dust, humidity and air velocity on efficiency of photovoltaic cells. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2920-2925.



- [7] Chaichan, M. T., & Kazem, H. A. (2016). Experimental analysis of solar intensity on photovoltaic in hot and humid weather conditions. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(3), 91-96.
- [8] Loulas, N. M., Karteris, M. M., Pilavachi, P. A., & Papadopoulos, A. M. (2012). Photovoltaics in urban environment: A case study for typical apartment buildings in Greece. *Renewable Energy*, 48, 453-463.
- [9] Farghally, H. M., Ahmed, N. M., El-madany, N. M., Atia, D. M., & Fahmy, F. H. (2015). Design and sensitivity analysis of photovoltaic/thermal solar collector. *International Energy Journal*, 15, 21-32.
- [10] Baghdadi, I., Yaakoubi, A. E., Attari, K., Leemrani, Z., & Asselman, A. (2018). Performance investigation of a PV system connected to the grid. *Procedia Manufacturing*, 22, 667-674.

A MODEL-BASED ESTIMATION OF LANDFILL GAS FORMATION: A COMPARATIVE STUDY OF ODAYERI AND KÖMÜRCÜODA LANDFILLS IN ISTANBUL

DOÇ. DR. ORHAN SEVİMOĞLU¹

¹ GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY, Department of Environmental Engineering,

sevimoglu@gtu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-4861-5154

ABSTRACT

Landfill gas (LFG) formed in municipal landfills is a significant greenhouse gas and a valuable energy source due to the methane it contains. How much landfill gas will be formed from a landfill and how much of it will be usable can be determined as a result of calculations using several modeling programs. Many landfill gas prediction models have been created for this purpose. The use of the landfill with an effective solid waste storage and the amount of organic matter contained in the waste are important parameters to improve methane ratio in LFG. In this study, it was calculated how much gas will be obtained from the waste stored in two landfills in Istanbul after the storage is completed. For this purpose, the landfill gas collected from the two landfills Odayeri (Europe Site) and Kömürcüoda (Asia site). For both landfills, the real gas extraction shows that the gas flow is less as it was predicted with the gas prognosis model. In order to determine that a sufficient amount of gas is released, waste characterization should be evaluated as improving gas collection and comparing the real collected data with the calculation and creating suggestions. It is important that prevents fugitive emissions from these storage areas that create otherwise elevate the greenhouse gas emissions and to ensure the highest energy yield by operating the collection systems at high performance.

Key Words: Landfill Gas, Estimation Modeling, Methane, Greenhouse gas.

1. INTRODUCTION

Landfill gas, which is formed as a result of the storage of domestic solid waste, is an important source of greenhouse gas, and its controlled collection is an important method to prevent its contribution to climate change [1]. Anaerobic bacteria convert organic substances in solid waste into landfill gas, which is a metabolic product in an oxygen-free environment. Landfill gas is an economically valuable gas mixture consisting of approximately half methane gas and the remaining half carbon dioxide and other trace gases. In this decomposition, methane and carbon dioxide are formed depending on the structural state of organic substances. Landfill gas is formed as a result of the decomposition of large amounts of organic waste stored in landfills in an airless environment. Landfill gas generally consists of components such as methane (45-55%), carbon dioxide (30-40%) and nitrogen (3-10%) [2]. The composition of this

gas also includes trace amounts of oxygen, various organic sulfur compounds, ammonia and water. Evaluations regarding gas formation show that the production of usable landfill gas can be achieved during the period when the landfill is actually operated and additionally for 10-20 years. There are many parameters that affect the formation of landfill gas, such as waste height, surface cover status, and precipitation [3].

Extracted LFG data from studies on landfills show a wide range of possible LFG production, between 0.05 and 0.40 m³/kg of waste [4]. Landfill gas formation can be about 15-20 years. Many estimation models such as LandGEM and Tabasaran are used to estimate the gas formed after the storage of domestic waste [5].

The purpose of landfill gas management in solid waste landfills is primarily to prevent the negative effects of the gas formed in the landfill on the environment and human health. Thus, the explosive and flammable landfill gas is brought under control. For this purpose, the collected landfill gas can be used in energy recovery and natural gas recovery by purification. In this way, greenhouse gas emissions are reduced. The landfill gas generation system is an integrated gas collection system located under the top cover of the landfill area, which is a controlled system [6].

The main objective of this study is to determine the landfill gas from two important solid waste storage areas (Odayeri Landfil and Kömürçüoda Landfill) in Istanbul by modeling and comparing it. Another important objective is to discuss whether the gas collected from the field via wells complies with the calculation model.

2. WASTE MANAGEMENT

Municipal waste collected in Istanbul is placed in Odayeri and Kömürçüoda Sanitary landfill areas in accordance with the rules. Here, the waste decomposes in an oxygen-free environment over time and forms landfill gas which is collected in a controlled system. The structural differences of these two areas also affect gas formation. For this, two important issues are gas formation and the prediction of this formation with a model.

2.1. Landfill Gas Formation

Odayeri landfill is located in a former quarry but has the visible shape of a hill with less steep slopes. The area has an annual rainfall from 600 – 700 mm. The landfill has temporary cover and a final clay cover about 50-100 cm thickness. Until 2008, 32.278.252 Mg of waste had been disposed. As of 2011, 5.100 m³/h from 134 wells is collected from a part of the landfill. The average composition of the gas is: c(CH₄) => 51,4 %; c(CO₂) => 43,2; c(O₂) => 0,81; c(N₂) => 4,6. These values represent typical data for a landfill in a stable condition. The landfill is not over-sucked but, has little hints for leaks in the collection system. But this should not create influence to the gas production or collection. The trace gases in the landfill gas are showing typical values. Only hydrogen sulphide is higher than normally observed in landfill gas. But even 420 mg/m³ gives no toxic effects to microorganism.

Kömürçüoda landfill is also located in a former quarry. The visible shape is also a hill with less steep slopes. The annual rainfall is reported also to 600 – 700 mm. Until and including

2008 15.346.169 Mg of waste had been disposed off. As of 2011, 2.400 m³/h of landfill gas from 119 wells in an area of approx. 27.9 ha. The average composition of the gas is: c(CH₄) => 50; c(CO₂) => 39,5; c(O₂) => 0,5; c(N₂) => 10. These values represent typical data for a landfill in a stable condition. The trace gases in the landfill gas are showing typical values. Also, hydrogen sulphide is less then normally observed in landfill gas.

2.2. Landfill Gas Prognosis Model

Gas production in a landfill influences a typical behavior of the gas composition in a landfill. As shown in Figure 1, after a certain time when the gas production is establishing itself a stable gas composition can be observed over a long period.

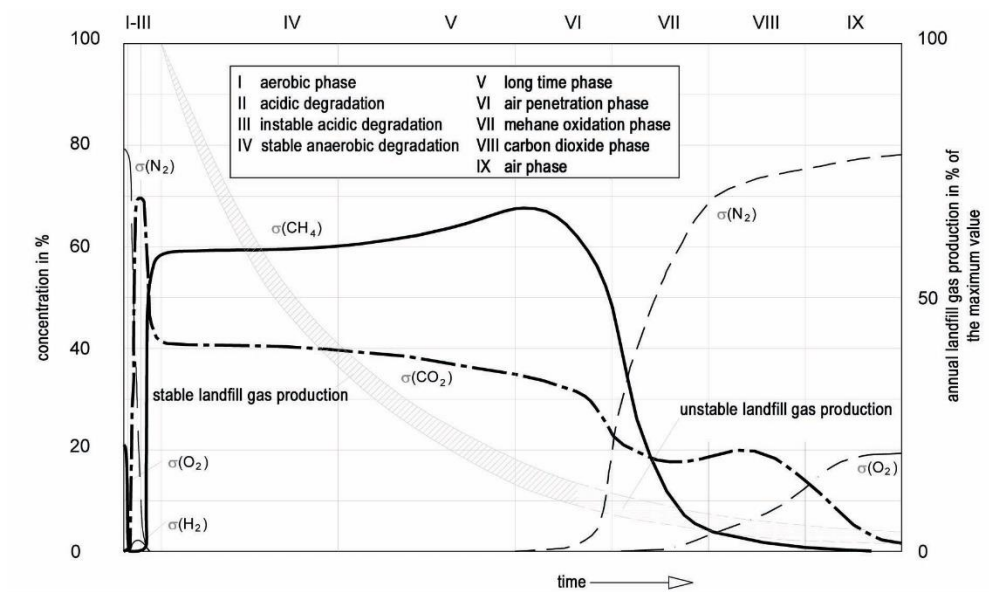


Figure 1. Gas composition over the time

When the gas production is stable, it can be described by the following equation which is used in Germany quite commonly:

$$G_{t1} = (1.868 \cdot C \cdot f_1 \cdot (0,014 \cdot T + 0,28)) \cdot (1 - 10^{-kt}) \cdot f_2 \cdot M_1$$

with:

- G_{t1} : gas production until the year t of the waste from year 1
- k: degradation factor 1/year
- C: degradable carbon in kg/Mg
- T: temperature in the landfill body
- f_1 : correction factor for carbon loss
- f_2 : correction factor for less exploitation, approx. 40 – 60 %
- M_1 : waste from year one
- t: time in year after starting of the landfill gas production

or:

$$G_{vt1} = (1.868 \cdot C \cdot f_1 \cdot (0,014 \cdot T + 0,28)) \cdot (k \cdot 10^{-k \cdot t}) \cdot f_2 \cdot M_1$$

with:

- G_{vt1} : Gas flow in the year t of the waste from year 1 in m³/year

3. RESULTS AND DISCUSSION

To use the above explained model, the described factors have to be selected. Degradable carbon: the composition of the waste is given in one table as following for both landfills:

Table 1: Waste composition, average values for the Istanbul landfills

Type	Waste Composition	%
1	Food, food waste, beverage and tobacco	51.1
2	Pulp, paper and cardboard	15.6
3	Wood and wood products	0.3
4	Textiles	5.2
5	Garden, yard and park waste	0.1
6	Glass, plastic, metal, other inert material	21.2
Other		6.4
Total		100

Table 1 presents average values for waste types. Type 1, 2, 3 and 5 are degradable wastes so that 67,1 % of the waste can be judged as degradable, the rest as inert. Type 1 and 5 can be assessed as household waste, type 2 as commercial waste and type three as bulky waste. As this values represents only 67,1 % of the waste, the average degradable carbon is about 92,1 kg/Mg.

M₁, amount of waste: For both landfills tables are given for the amount of waste disposed in the last years in Table 2.

Table 2: Waste amount stored in the field and utilized in the model

Year	Odayeri Metric Tons in the area	Odayeri Metric Tons in the model	Kömürücüoda Metric Tons in the area	Kömürücüoda Metric Tons in the model
1995	524.013	524.013	228.546	228.546
1996	1.112.443	1.112.443	628.622	628.622
1997	1.521.541	1.521.541	779.389	779.389
1998	1.775.983	1.775.983	885.427	885.427
1999	2.220.225	1.776.180	965.168	965.168
2000	2.282.265	2.054.039	1.037.624	1.037.624
2001	2.205.211	1.984.690	1.013.196	1.013.196
2002	2.281.219	0	1.032.549	1.032.549
2003	2.452.301	0	1.099.974	1.099.974
2004	2.848.277	2.136.208	1.314.152	262.830
2005	3.145.032	0	1.459.226	1.313.303
2006	3.469.871	2.255.416	1.620.796	972.478
2007	3.469.871	1.734.936	1.639.000	983.400
2008	2.970.000	1.188.000	1.642.500	492.750

The correction factor f_1 : No fires had been reported from both of the landfills. Therefore, loss of degradable carbon can only be influenced by aerobic processes during disposal. The compaction of the waste was less done by compaction machines. Therefore, the waste was more or less moved but not compacted very much. This will lead to a reduction of the degradable

carbon of 30 to 50 %. In this study it was selected 70%. The degradation factor k: The degradation process seems to be very fast. This leads to a k factor of 0,075 – 0,06. It may occur if the landfill will become older that the k factor becomes smaller. Temperature in the landfills: Both landfills are showing high temperatures. In the model, for the model, a value of 36 should be selected. The factor f_2 : In both landfills the areas where collection happens are covered with a clay layer and soil for vegetation. In Odayeri, the clay cover is protected with soil. In Kömürçüoda, the clay cover has no soil cover on top. Only $\frac{1}{4}$ of the landfill surface there is covered with soil. In the gas wells have a sufficient depth where their perforated part starts. So, the f_2 factor may be in the range of 40 % or even 35. From the standpoint of cover, the efficiency of the collection system in Kömürçüoda should be lower than in Odayeri. Only when the gas collection is improved concerning the water table and the cover, an efficiency of more than 40 % can be expected. This will reduce the efficiency of the gas collection especially in the Odayeri landfill. Therefore, we include a version of the calculation for 35 % for f_2 .

Figure 2 and Figure 3 presents the gas prognosis values for both Odayeri and Kömürçüoda landfill sites. The calculation was achieved for used waste amount in the calculation for full recovery and 50%, %40 and %35 collection efficiency.

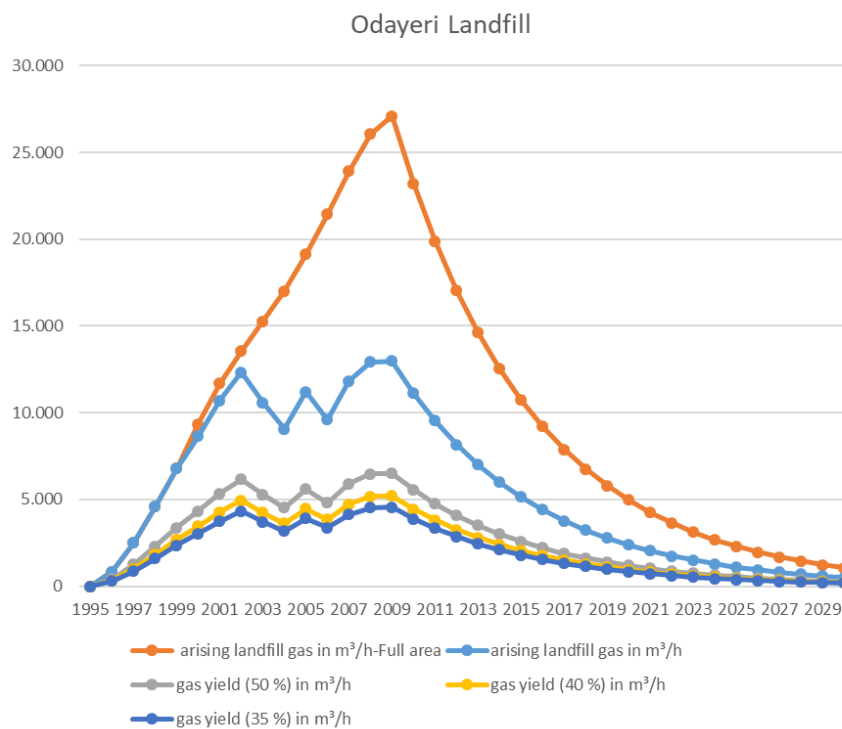


Figure 2: Gas production and collected gas with 50 %, 40 % and 35 % of collection efficiency with the extended gas collection system for the waste until 2030

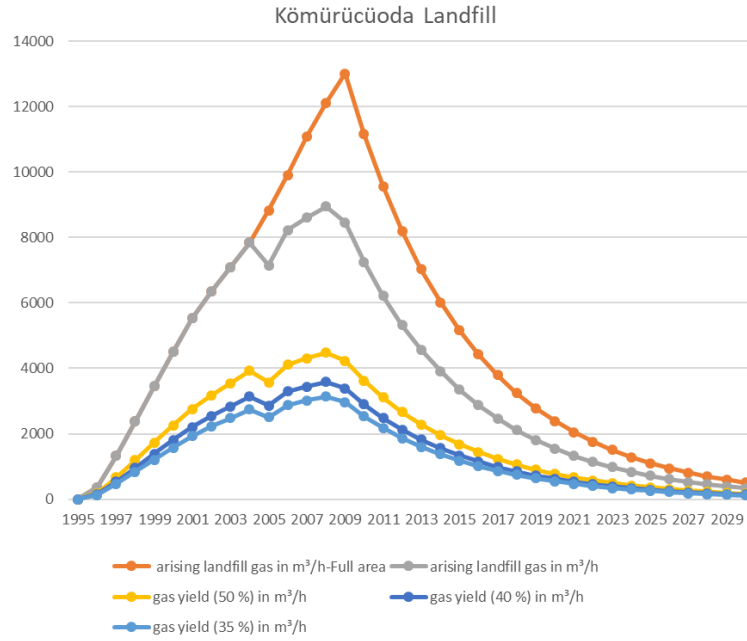


Figure 3: Gas production and collected gas with 50 %, 40 % and 35 % of collection efficiency with the extended gas collection system for the waste until 2030

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

The landfill gas formed between 1995 and 2008 was not collected in a controlled manner and the LFG was emitted to the ambient air from all area. Depending on the model, if the formation performance of the formed gas is 50%, the total amounts of LFG entering the atmosphere are 9.043.158.240 m³ and 4.247.478.720 m³, respectively, between these year as a significant amount.

After waste to energy facility application after 2008, there were partial differences between the amount of gas withdrawn from the wells applied field and the model prognosis. For Odayeri, it was predicted as 4765 m³/h in the model, but an average of 4560 m³/h of gas was actually withdrawn. For Kömürücüoda, it was predicted as 3108 m³/h in the model, but an average of 2850 m³/h of gas was actually withdrawn for the 2011. That lower withdrawn from the field needs to be further investigation.

REFERENCES

- [1] Yılmaz, İ. H., Abdulvahitoğlu, A., Evaluation of municipal solid waste options in Turkey: Scenarios for energy recovery, carbon mitigation and consequent financial strategies, Resources, Conservation and Recycling, 147, 95-110, 2019.

- [2] Sevimoğlu, O., Assessment of limiting factors for potential energy production in waste to energy projects. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 7, 2362-2373, 2015.
- [3] Ergene Şentürk D, Alp E. Planning for the closure of uncontrolled landfills in Turkey to reduce environmental impacts. *Waste Management & Research*. 34(11):1173-1183,2016.
- [4] Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P., Ojeda-Benítez, S., Cruz-Sotelo, S., Power generation with biogas from municipal solid waste: Prediction of gas generation with in situ parameters, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 412-419, 2014.
- [5] Chandra, S. et al. Assessment of landfill gases by LandGEM and energy recovery potential from municipal solid waste of Kanpur city, India. *Heliyon*, Volume 9, Issue 4, e15187, 2023.
- [6] Şahin B, Aras S. Energy Recovery from Landfill Gas in Turkey; Example of Adana. *International Journal of Environmental Trends (IJENT)*. 6:31–47, 2022.

SU KULLANAN BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDE YENİ TÜRBÜLATÖRLERİN ISI TAŞINIM KATSAYISI VE BASINÇ DÜŞÜŞÜNE ETKİSİ

Dr. İlker FIRAT ¹

¹ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İliç Dursun Yıldırım Meslek Yüksekokulu,
ifirat@erzincan.edu.tr - ORCID: 0000-0003-1835-2285

ÖZET

Isı değiştircilerin performansını ve verimliliğini artırmak, araştırmacıları ısı transferini iyileştirmeye ilgili çeşitli yaklaşımlar benimsemeye yöneltilmiştir. Türbülátörler, türbülanslı hareket meydana getirmek ve ısı transferini artırmak için yaygın olarak kullanılan bir tekniği temsil etmektedir. Farklı akışkan tiplerinin kullanımı, esas olarak çalışma akışkanının iletkenliğini iyileştirmeyi amaçlayan başka bir yöntemdir. Son zamanlarda, çok sayıda çalışma, akışkanlar ve türbülátörler olmak üzere iki yöntemi birleştirerek ısı değiştirici performansını iyileştirmeye odaklanmıştır. Mevcut çalışmada, su akışkanı kullanarak ısı değiştirici performansını iyileştirmek için türbülanslı akış şartlarında, dairesel şekilli analiz borusuna yerleştirilen adım oranı $P=1.5$ olan V şekilli türbülátörlerin, ısı taşınım katsayısı ve basınç düşüşü üzerine etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Türbülanslı akış koşullarında altı farklı Reynolds sayısında analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan boş boru analiz sonuçları, literatürde kabul gören korelasyonlarla kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, boş boruya ait ısı transferi ve sürtünme faktörü değerlerinin, Gnielinski ve Blasius korelasyonlarına göre maksimum hata payları sırasıyla, %3.47 ve %13.61 olarak elde edilmiştir. Isı transfer katsayısının ve basınç düşüşünün, boş boruya kıyasla türbülátörlü boruda daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Boru içerisindeki türbülátörler sayesinde akışkan boru merkezinden cidarlara doğru dağılmıştır. Böylece akışkan ile boru cidarının teması arttırılmıştır. Bu nedenle türbülátörler nedeniyle ısı transferi artmıştır. Ayrıca boru girişi ile çıkışı arasında basınç farkı meydana gelmiştir. Artan Re sayısına bağlı olarak hem ısı taşınım katsayısı hem de basınç düşüşünde artış meydana gelmiştir. Genel olarak V şekilli türbülátörlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için boş boruya kıyasla, %6.42 ile %8.59 aralığında daha yüksek ısı taşınım katsayısı artışı ve %86.51 ile %87.70 aralığında ise daha yüksek basınç düşüşü sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Türbülátör, Isı Taşınım Katsayısı, Basınç Düşüşü, Ansys-Fluent

EFFECT OF NEW TURBULATORS ON HEAT TRANSFER COEFFICIENT AND PRESSURE DROP IN A WATER HEAT EXCHANGER

ABSTRACT

The improvement of heat exchanger performance and efficiency has led researchers to adopt various approaches to improve heat transfer. Turbulators represent a widely used technique to create turbulent motion and increase heat transfer. The use of different fluid types is another method that mainly aims to improve the conductivity of the working fluid. Recently, many studies have focused on improving heat exchanger performance by combining two methods, namely fluids and turbulators. In the present study, the effects of V-shaped turbulators with a step ratio $P=1.5$ placed in a circular analysis pipe under turbulent flow conditions to improve heat exchanger performance using water fluid on heat transfer coefficient and pressure drop were numerically investigated. Analyses were carried out at six different Reynolds numbers under turbulent flow conditions. The results of the empty pipe analysis were compared with the correlations accepted in the literature. According to the obtained results, the maximum error margins of the heat transfer and friction factor values of the empty pipe according to Gnielinski and Blasius correlations were obtained as 3.47% and 13.61%, respectively. It was concluded that the heat transfer coefficient and pressure drop were higher in the turbulated pipe compared to the empty pipe. Thanks to the turbulators in the pipe, the fluid was distributed from the pipe center to the walls. Thus, the contact between the fluid and the pipe wall was increased. Therefore, the heat transfer was increased due to the turbulators. In addition, a pressure difference occurred between the pipe inlet and outlet. Depending on the increasing Re number, both the heat transfer coefficient and the pressure drop increased. In general, the V-shaped turbulated pipe provided higher heat transfer coefficient increases between 6.42% and 8.59% and higher pressure drops between 86.51% and 87.70% compared to the empty pipe for all Reynolds numbers, depending on the $P=1.5$ step ratio value used.

Keywords: Turbulator, Heat Transfer Coefficient, Pressure Drop, Ansys-Fluent

1. GİRİŞ

İnsanlığın artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak için gelecekteki enerji sistemlerinin tasarımı, toplumumuzun yüksek yaşam standartlarından ödün vermeden çevresel hedeflere ulaşmak için önemli bir zorluktur [1]. Yenilenebilir kaynakların artan bir oranda kullanılması, yeni

malzemelerin kullanılması ve enerji sistemlerinin performansının artırılması, toplumumuzun hedeflerine ulaşmasında önemli faktörlerdir [2].

Son araştırmalar, i) ısı transfer oranlarını iyileştirmek [3], ii) gelişmiş ve verimli malzemeler kullanmak [4], iii) güneş ışınımına vurgu yaparak yenilenebilir teknolojilerin performansını iyileştirmek [5], iv) verimli ve kompakt depolama sistemlerini dahil etmek [6] ve v) nanofluidlere vurgu yaparak yeni çalışma sıvıları kullanmak [7] için geliştirilmiş tasarım metodolojilerini kullanarak küçük ve verimli enerji sistemleri geliştirmeye odaklanmıştır. Daha spesifik olarak, yeni enerji uygulamaları için strateji, yenilenebilir kaynakların dahil edilmesini en üst düzeye çıkarmak, enerji kayıplarını en aza indirmek ve üretim malzemelerinin çevresel etkisini azaltmak için malzeme kullanımını en aza indirmektir [8].

Yukarıdaki hedefler ve talimatlar, araştırmacıları ısı değiştiriciler [9], [10], güneş kolektörleri [11], ısı pompaları [12] ve buzdolapları gibi ortaya çıkan enerji cihazlarının ve sistemlerinin performansını artırmak için gelişmiş ısı transferi yöntemi çalışmalarına odaklanmaya yöneltmiştir [13].

Isı transfer sürecini iyileştirmenin bir yolu, yerel türbülansı artırmak için ısı değiştirici borusuna farklı geometrilere sahip elemanların eklenmesidir. Bu elemanların kullanımını kısıtlayan en önemli etken basınç düşümesidir. Birçok araştırmacı, akış yönü boyunca çalışma akışkanının yoluna bir girdap üretici veya engel koyarak türbülansı uyarmak için farklı tipte ek parçaların kullanılmasının etkisine ilişkin farklı çalışmalar yürütmüştür [14], [15]. Jafari ve diğerleri [16], uzunlamasına yönde dağıtılmış bir yıldız kesiti olarak tasarlanmış girdap akış jeneratörlerini kullanarak ısı transferi performansını deneysel olarak araştırmışlardır. Diğer araştırmacılar [17], [18], [19], [20], birçok türde türbülator kullanarak farklı türdeki ısı değiştiricilerin hidrodinamik özelliklerini sayısal olarak incelemişlerdir.

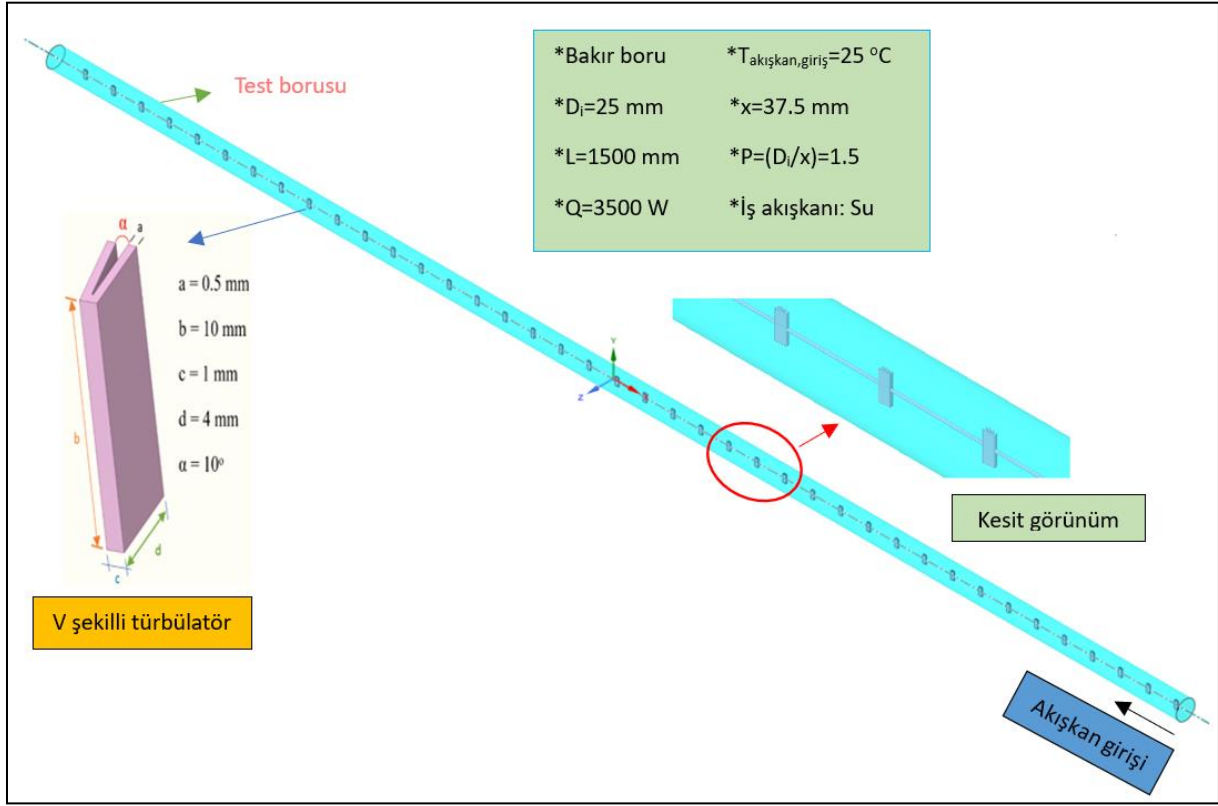
Bu çalışmada dairesel şekilli boru içerisine eşit aralıklarla yerleştirilen, 40 adet V şekilli türbülatorün türbülanslı akış şartlarında ısı taşınım katsayısına ve basınç düşüşüne etkileri sayısal olarak incelenmiştir.

2. SAYISAL ÇALIŞMA

2.1. Analiz ve Türbülator Modeli

Test borusu ($L_{\text{boru}}=1500$ mm) için dairesel şekilli bakır boru kullanılmıştır. Boru iç çapı $D_i=25$ mm'dir. Test borusuna yerleştirilen V kanatçıklı türbülatorler arası mesafe $x=37.5$ mm'dir ve adım oranı $P=(D_i/x)=1.5$ olarak belirlenmiştir. 12427 ile 20712 Re sayı aralığında

gerçekleştirilen analizlerde iş akışkanı olarak su kullanılmıştır. Analiz için test borusuna yerleştirilen 40 adet V şekilli türbülâtörün şematik görünümü Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Test borusu ve türbülâtörün şematik görünümü

2.2. Veri Azaltma

Reynolds sayısı akışkan hızına göre belirlenmiştir.

$$Re = \frac{\rho V D_i}{\mu} \quad (1)$$

Burada ρ ve μ ; suyun yoğunluğunu ve dinamik viskozitesini, D_i ; borunun iç çapını ve V ise borudaki ortalama su hızını temsil etmektedir. Değerler ortalama yığın sıcaklığına göre seçilmektedir.

$$T_b = \left(\frac{T_i + T_o}{2} \right) \quad (2)$$

Boyutsuz sürtünme faktörü, aşağıdaki eşitlik ile elde edilmiştir.

$$f = \frac{2\Delta P D_i}{l \rho V^2} \quad (3)$$

Burada 1, test borusunun uzunluğunu, ΔP ise analiz borusunun girişi ile çıkışı arasındaki basınç farkını ifade etmektedir.

$$\Delta P = P_i - P_o \quad (4)$$

Isı transferi ile ilgili deneysel sonuçlar , aynı formülde Nusselt sayısı (Nu) ve sürtünme faktörünü (f) içeren termal performans faktörü (η) cinsinden ifade edilmektedir. Termal performans faktörünü elde etmek için, öncelikle, sabit duvar sıcaklığı ile tam gelişmiş türbülanslı akış koşulları altında Nusselt sayısını elde etmek için enerji dengesi oluşturulmalıdır. Bu amaçla, borunun giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki farklı sıcaklık dereceleri, suyun ısı kazanımını bulmak için kullanılmıştır. Ardından, konveksiyonun tüm ısıyı aktardığı varsayılarak film katsayısı bulunmuştur [21].

$$\rho V A_c C_p (T_o - T_i) = h A_s (LMTD) \quad (5)$$

Burada; ρ akışkanın yoğunluğunu, A_s borunun iç yüzey alanını, A_c borunun kesit alanını, T_i ve T_o akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıklarını, h_m ortalama ısı transfer katsayısını, C_p akışkanın özgül ısısını, V akışkanın ortalama hızını ifade etmektedir. Logaritmik ortalama sıcaklık farkı anlamına gelen LMTD, giriş-çıkış sıcaklıkları ile duvar sıcaklığı arasındaki farklı sıcaklık dereceleri olarak açıklanmaktadır.

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \left(\frac{(T_w - T_i) - (T_w - T_o)}{\ln \frac{T_w - T_i}{T_w - T_o}} \right) \quad (6)$$

Denklem 5 yeniden düzenlenirse, ısı transfer katsayısı (h) ve Nusselt sayısı bulunabilir:

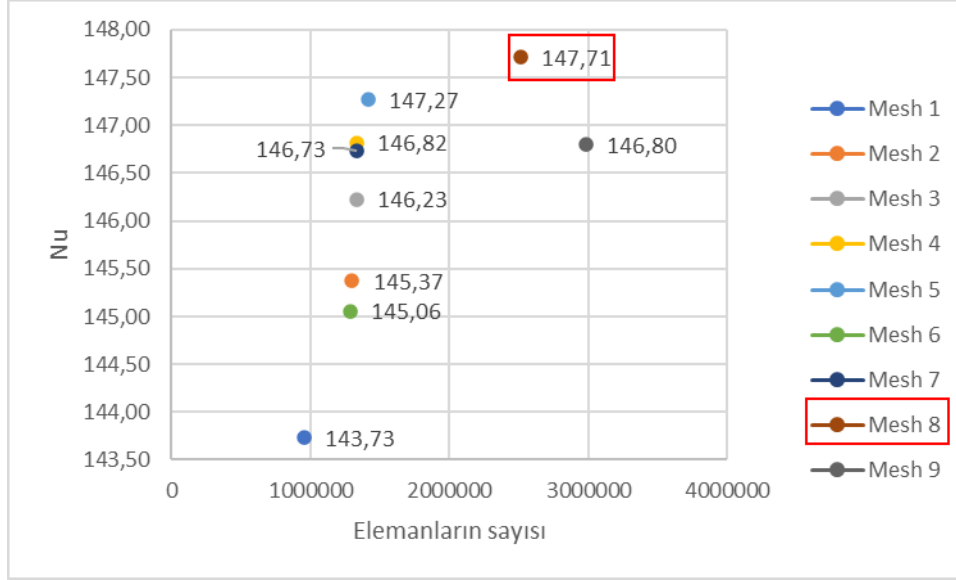
$$h = \frac{\rho V \frac{\pi D_i^2}{4} C_p (T_o - T_i)}{(\pi D_i l) (LMTD)} \quad (7)$$

Burada k, suyun ısı iletkenliğidir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

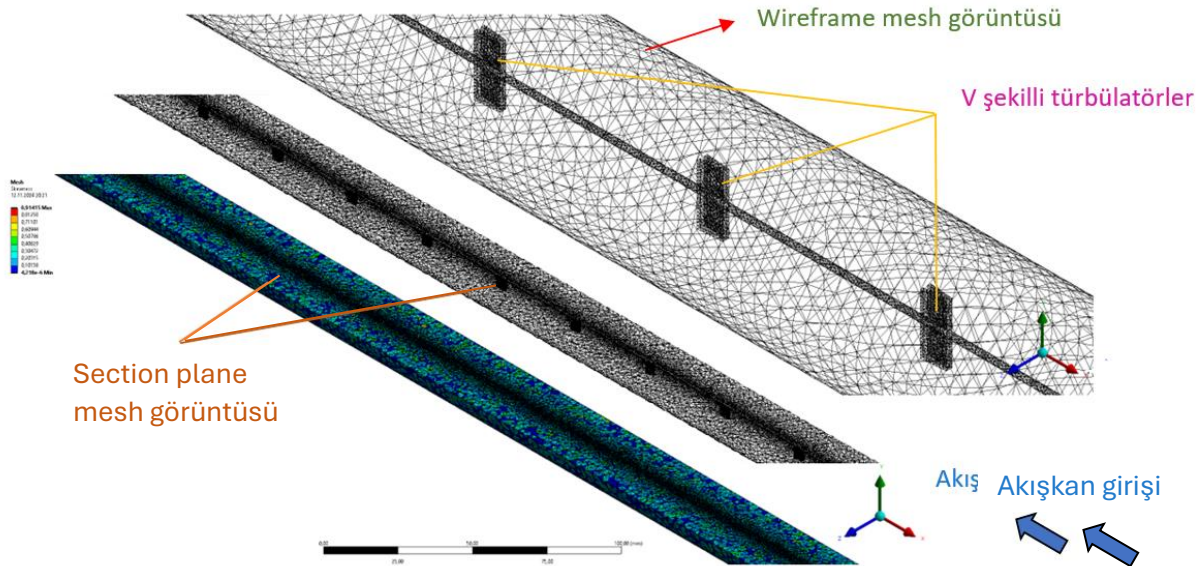
3.1. Mesh Bağımsızlık Testi

Analiz hesaplama alanının ve mesh yapısının oluşturulması Workbench 2021 R1 programı ile yapılmıştır. Şekil 2’de mesh bağımsızlık testine ait grafik verilmiştir.



Şekil 2. Re=20712’de farklı eleman sayıları için mesh bağımsızlık grafiği

Şekil 2’ye göre Re = 20712 için farklı eleman sayılarında Nu sayıları elde edilmiştir. Belirlenen model üzerinde mesh yapısı oluşturulmuş ve mesh kalitesi ayarlanmıştır. Bu öğelerin sayısı, doğru çözüme yakınsamak için önemlidir. Şekil 2’de kırmızı ile belirtilen Mesh 8’de, 2511384 eleman sayısı için maksimum Nu sayısı elde edilmiştir. Tüm analizlerde bu eleman sayısının olduğu mesh yapısı baz alınmıştır. Elde edilen modelin ağ yapısı Şekil 3’te gösterilmiştir.



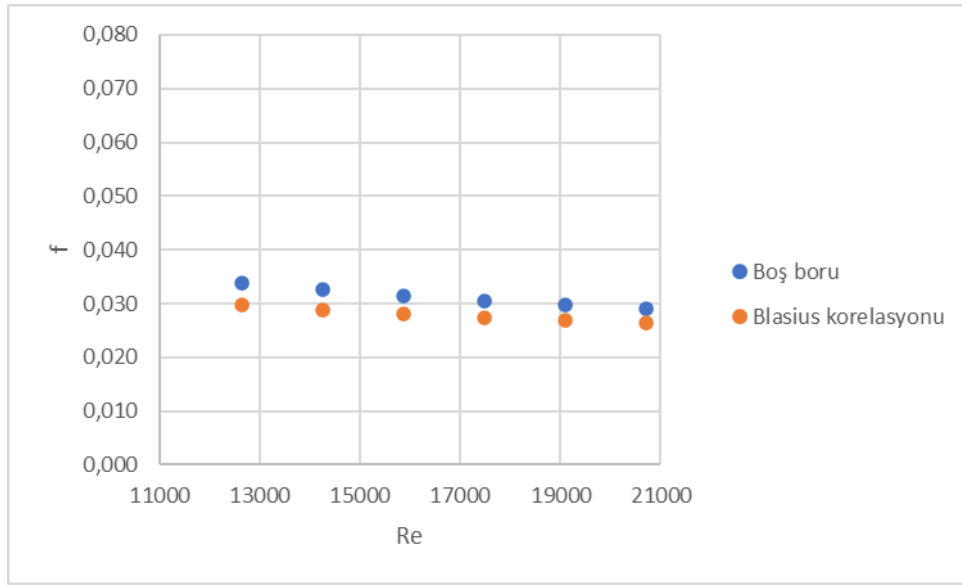
Şekil 3. Türbütörlü borunun Section Plane ve Wireframe mesh görüntüsü

3.2. Doğrulama Testleri

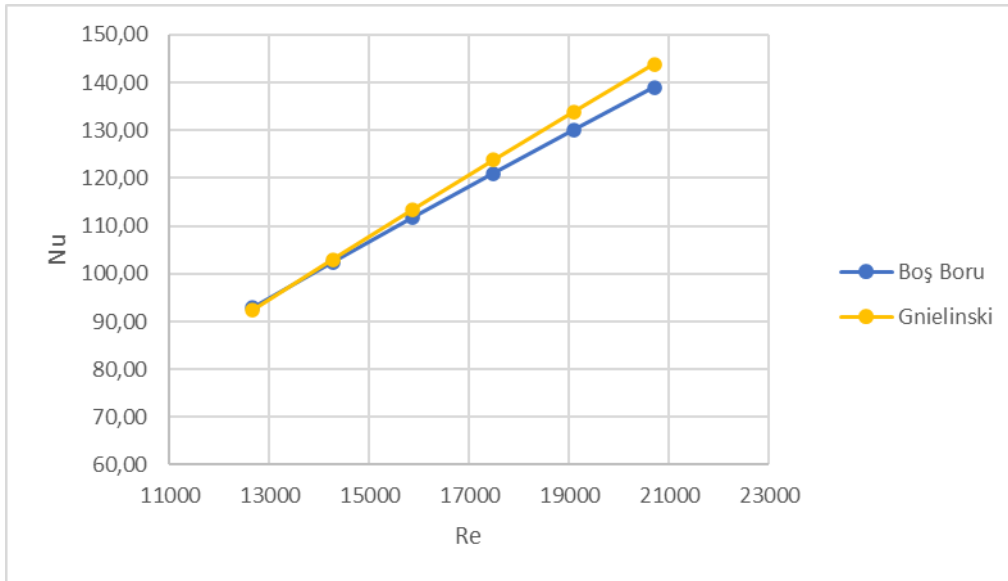
Analiz sonuçlarının doğruluğu için mevcut pürüzsüz boş borudan elde edilen Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü sırasıyla literatürde geçerli olan Gnielinski ve Blasius korelasyonları ile karşılaştırılmıştır ve sonuçlar Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

$$\text{Gnielinski: } Nu = \frac{\frac{f}{8}(Re-1000)Pr}{1+12.7\left(\frac{f}{8}\right)^{0.5}\left(Pr^{\frac{2}{3}}-1\right)} \quad (8)$$

$$\text{Blasius: } f = 0.3164Re^{-0.25} \quad (9)$$



Şekil 4. Boş borunun sürtünme faktörü

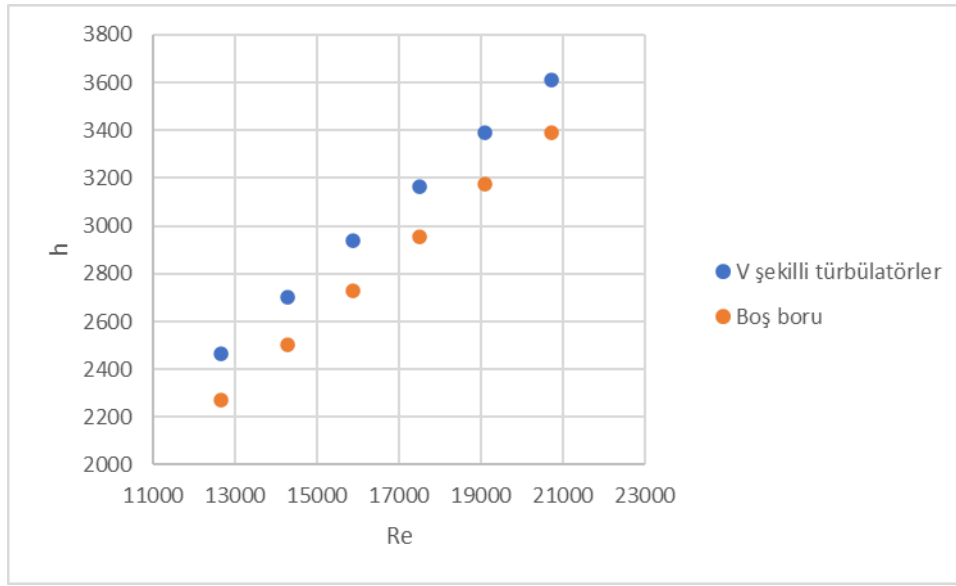


Şekil 5. Boş borunun Nu sayısı

Nu sayısı ve sürtünme faktörü için kıyaslama Şekil 4 ve Şekil 5'te sunulmuştur. Şekil 4'ten, mevcut sonuçlar ile Blasius korelasyonu arasındaki farkın maksimum %13.61 olduğu belirgindir. Şekil 5'te de görüldüğü gibi analiz sonuçları ile Gnielinski korelasyonu arasındaki fark maksimum %3.47 göstermektedir. Hem ısı transferi hem de basınç kaybı analizleri arasındaki fark, artan mesh kalitesine bağlı olarak daha da azaltılabilir.

3.3. Türbülatorlerin ısı taşınım katsayısına ve basınç düşüşüne etkileri

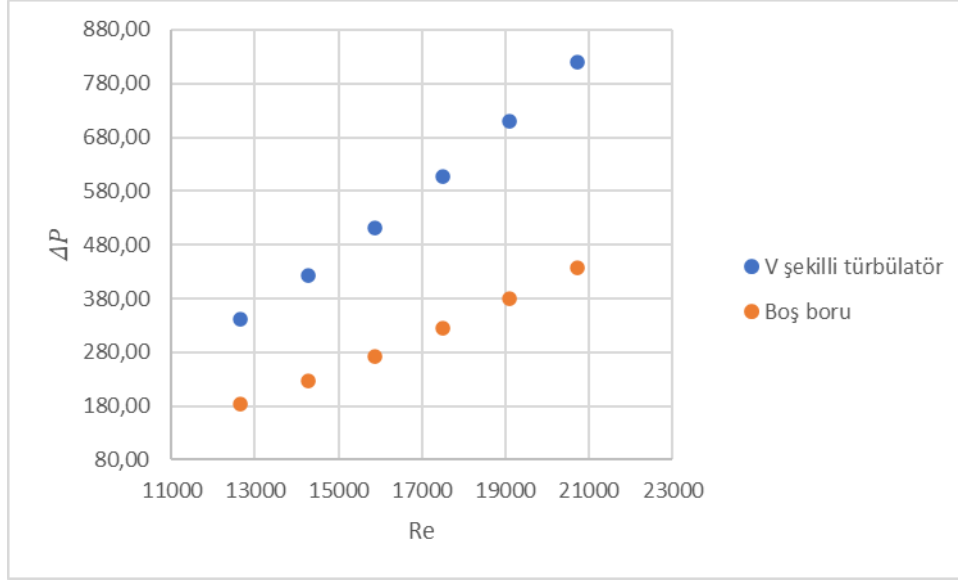
Isı taşınım katsayısı ve Reynolds sayısı arasındaki ilişki Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Isı taşınım katsayısı ile Reynolds sayısı arasındaki ilişki

Şekil 6, test borusuna yerleştirilen 40 adet V şekilli türbülatorün ısı taşınım katsayısı ve Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Genel olarak V şekilli türbülatorlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için yaklaşık %6.42 ile %8.59 arasında boş borudan daha yüksek ısı taşınım katsayısı artışı sağlamıştır. Düşük Re sayılarında boş boru ile türbülatorlü borunun ısı taşınım katsayısı değerleri birbirine yakın iken artan Re sayıları için aradaki fark artmıştır. Akışkan hızının artmasına bağlı olarak artan Reynolds sayısı ile ısı taşınım katsayısı değerleri de artmıştır.

Basınç düşüşü ve Reynolds sayısı arasındaki ilişki Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Basınç düşüşü ile Reynolds sayısı arasındaki ilişki

Şekil 7, test borusuna yerleştirilen 40 adet V şekilli türbülötörün basınç düşüşü ve Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Genel olarak V şekilli türbülötörlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için yaklaşık %86.51 ile %87.70 arasında boş borudan daha yüksek basınç düşüşü sağlamıştır. Düşük Re sayılarında boş boru ile türbülötörlü borunun ΔP değerleri birbirine yakın iken artan Re sayıları için aradaki fark artmıştır. Akışkan hızının artmasına bağlı olarak artan Reynolds sayısı ile basınç düşüşü de artmıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Dairesel şekilli bir borunun ısı taşınım katsayısı ve basınç düşüşü karakteristikleri sayısal olarak incelenmiştir. Türbülanslı akış koşullarında altı farklı Re sayısında analizler gerçekleştirilmiştir. Isı transfer katsayısının ve basınç düşüşünün, boş boruya kıyasla türbülötörlü boruda daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Boru içerisindeki türbülötörler sayesinde akışkan boru merkezinden cidarlara doğru dağılmıştır. Böylece akışkan ile boru cidarının teması arttırılmıştır. Bu nedenle türbülötörler nedeniyle ısı transferi artmıştır. Ayrıca boru girişi ile çıkışı arasında basınç farkı meydana gelmiştir. Artan Re sayısına bağlı olarak hem ısı taşınım katsayısı hem de basınç düşüşünde artış meydana gelmiştir. Genel olarak V şekilli türbülötörlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için boş boruya kıyasla, %6.42 ile %8.59 aralığında daha yüksek ısı taşınım katsayısı artışı ve %86.51 ile %87.70 aralığında ise daha yüksek basınç düşüşü sağlamıştır.

KAYNAKÇA

- [1] S. Miehling, S. Fendt, and H. Spliethoff, "Optimal integration of Power-to-X plants in a future European energy system and the resulting dynamic requirements," *Energy Convers Manag*, vol. 251, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.enconman.2021.115020.
- [2] Y. Shuai *et al.*, "Performance analysis of 200 MW solar coal hybrid power generation system for transitioning to a low carbon energy future," *Appl Therm Eng*, vol. 183, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2020.116140.
- [3] Y. Li, Q. Yu, S. Yu, B. Gong, and J. Zhang, "Numerical investigation of pulsating flow structures and heat transfer enhancement performance in spherical corrugated helical tube," *Appl Therm Eng*, vol. 213, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118647.
- [4] J. Chai and J. Fan, "Advanced thermal regulating materials and systems for energy saving and thermal comfort in buildings," Mar. 01, 2022, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.mtener.2021.100925.
- [5] E. Bellos, C. Tzivanidis, and D. Tsimpoukis, "Enhancing the performance of parabolic trough collectors using nanofluids and turbulators," Aug. 01, 2018, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.rser.2018.03.091.
- [6] J. Pássaro *et al.*, "Effect of fins and nanoparticles in the discharge performance of PCM thermal storage system with a multi pass finned tube heat exchange," *Appl Therm Eng*, vol. 212, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118569.
- [7] Z. Said *et al.*, "Recent advances on the fundamental physical phenomena behind stability, dynamic motion, thermophysical properties, heat transport, applications, and challenges of nanofluids," Feb. 02, 2022, *Elsevier B.V*. doi: 10.1016/j.physrep.2021.07.002.
- [8] F. Li *et al.*, "Quantifying the energy saving potential and environmental benefit of hydrogen-based steelmaking process: Status and future prospect," *Appl Therm Eng*, vol. 211, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118489.
- [9] A. Jahanbin, G. Semprini, and B. Pulvirenti, "Performance evaluation of U-tube borehole heat exchangers employing nanofluids as the heat carrier fluid," *Appl Therm Eng*, vol. 212, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118625.
- [10] A. García, R. Herrero-Martin, J. Pérez-García, and J. P. Solano, "Validation of a new methodological approach for the selection of wire-coil inserts in thermal equipment," *Appl Therm Eng*, vol. 218, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.119273.
- [11] T. Huq, H. C. Ong, B. T. Chew, K. Y. Leong, and S. N. Kazi, "Review on aqueous graphene nanoplatelet Nanofluids: Preparation, Stability, thermophysical Properties, and applications in heat exchangers and solar thermal collectors," Jun. 25, 2022, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118342.
- [12] M. Deymi-Dashtebayaz, M. Rezapour, and M. Farahnak, "Modeling of a novel nanofluid-based concentrated photovoltaic thermal system coupled with a heat pump cycle (CPVT-HP)," *Appl Therm Eng*, vol. 201, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2021.117765.

- [13] Z. Said *et al.*, “Nano-refrigerants and nano-lubricants in refrigeration: Synthesis, mechanisms, applications, and challenges,” Oct. 01, 2023, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.applthermaleng.2023.121211.
- [14] A. Ibtisam Ahmed Hasan Salih, “Thermal Characterization of Turbulent Flow in a Tube With Discrete Coiled Wire Insert,” 2014.
- [15] S. A. Thote and N. P. Singh, “Analysis of Friction and Heat Transfer Characteristics of Tubes with Trapezoidal Cut Twisted Tape Inserts,” *Fluid Dynamics and Materials Processing*, vol. 19, no. 3, pp. 711–722, 2023, doi: 10.32604/fdmp.2022.021651.
- [16] M. Jafari, A. Farajollahi, and H. Gazori, “The experimental investigation concerning the heat transfer enhancement via a four-point star swirl generator in the presence of water–ethylene glycol mixtures,” *J Therm Anal Calorim*, vol. 144, no. 1, pp. 167–178, Apr. 2021, doi: 10.1007/s10973-020-09408-1.
- [17] Y. Menni, A. J. Chamkha, H. Ameer, and M. Inc, “Enhancement of the hydrodynamic characteristics in shell-and-tube heat exchangers by using W-Baffle vortex generators,” *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, vol. 64, no. 3, pp. 212–223, 2020, doi: 10.3311/PPME.15493.
- [18] H. Ameer, “Effect of corrugated baffles on the flow and thermal fields in a channel heat exchanger,” *Journal of Applied and Computational Mechanics*, no. 2, pp. 209–218, 2020, doi: 10.22055/jacm.2019.28936.1521.
- [19] J. Du, X. Wu, R. Li, and R. Cheng, “Numerical simulation and optimization of mid-temperature heat pipe exchanger,” *Fluid Dynamics and Materials Processing*, vol. 15, no. 1, pp. 77–87, 2019, doi: 10.32604/FDMP.2019.05949.
- [20] P. Jalili, D. D. Ganji, and S. S. Nourazar, “Investigation of convective-conductive heat transfer in geothermal system,” *Results Phys*, vol. 10, pp. 568–587, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.rinp.2018.06.047.
- [21] A. M. Mohammed, S. Kapan, M. Sen, and N. Celik, “Effect of vibration on heat transfer and pressure drop in a heat exchanger with turbulator,” *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 28, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.csite.2021.101680.

YENİ TİP TÜRBÜLATÖRLERİN TERMAL PERFORMANS ANALİZİ

Dr. İlker FIRAT¹

¹ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İliç Dursun Yıldırım Meslek Yüksekokulu,
ifirat@erzincan.edu.tr - ORCID: 0000-0003-1835-2285

ÖZET

Isı değiştiricilerinde farklı tipte türbülátörler veya girdap üreticileri kullanılmasının temel nedeni, bunların termal performanslarını artırmaktır. Bir ısı değiştiricisi tasarlanmanın zorluğu, maliyet ve performans hususlarıyla birlikte ısı transferi ve basınç düşüşünün dengelenmesinde yatmaktadır. Etkili bir ısı değiştirici, düşük pompalama gücünde yüksek ısı transfer hızına ulaşabilen kompakt bir gövdeye sahip olmalıdır. Bu araştırma, sabit ve düzgün uzunlamasına ısı akışı koşulu altında dairesel borulu ısı değiştiricisine yeni tipte türbülátörlerin sokulmasının etkisi analiz edilmiştir. 1500 mm uzunluğunda 25 mm iç çapında bir bakır boru, içine 40 adet V şekilli türbülátör yerleştirilerek kullanılmıştır. Su, çalışma akışkanı olarak kabul edilmiştir. Analizler 6 farklı Reynolds sayısında (12427 ile 20712 aralığında) gerçekleştirilmiştir. Test borusu ısı transferi ve sürtünme faktörü açısından analiz edilmiştir. Sürtünmeye rağmen ısı değiştirici borusuna yerleştirilen V şekilli türbülátörlerin termal performansı araştırılmıştır. Yapılan boş boru analiz sonuçları, literatürde kabul gören korelasyonlarla kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, boş boruya ait ısı transferi ve sürtünme faktörü değerlerinin, Gnielinski ve Blasius korelasyonlarına göre maksimum hata payları sırasıyla, %3.47 ve %13.61 olarak elde edilmiştir. Isı transferinin ve sürtünme faktörünün, boş boruya kıyasla türbülátörlü boruda daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Boru içerisindeki türbülátörler sayesinde akışkan boru merkezinden cidarlara doğru dağılmıştır. Böylece akışkan ile boru cidarının teması artırılmıştır. Bu nedenle türbülátörler nedeniyle ısı transferi artmıştır. Artan Re sayısına bağlı olarak ısı transferi artarken sürtünme faktöründe azalma meydana gelmiştir. Genel olarak V şekilli türbülátörlü boru, tüm Reynolds sayıları için boş boruya kıyasla, %6.21 ile %8.36 aralığında daha yüksek ısı transfer artışı ve %85.15 ile %86.33 aralığında ise daha yüksek sürtünme faktörü sağlamıştır. En yüksek termal performans faktörü 0.882 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türbülátör, Isı Transferi, Sürtünme Faktörü, Termal Performans Faktörü, Ansys-Fluent

THERMAL PERFORMANCE ANALYSIS OF NEW TYPE TURBULATORS

ABSTRACT

The main reason for using different types of turbulators or vortex generators in heat exchangers is to increase their thermal performance. The difficulty of designing a heat exchanger lies in balancing heat transfer and pressure drop along with cost and performance issues. An effective heat exchanger should have a compact body that can achieve high heat transfer rate at low pumping power. This research analyzes the effect of introducing new types of turbulators into a circular tube heat exchanger under the condition of constant and uniform longitudinal heat flux. A copper tube of 1500 mm length and 25 mm inner diameter was used by placing 40 V-shaped turbulators inside it. Water was considered as the working fluid. The analyzes were carried out at 6 different Reynolds numbers (between 12427 and 20712). The test tube was analyzed in terms of heat transfer and friction factor. The thermal performance of V-shaped turbulators placed in the heat exchanger tube despite friction was investigated. The empty tube analysis results were compared with the correlations accepted in the literature. According to the results obtained, the maximum error margins of the heat transfer and friction factor values of the empty pipe according to the Gnielinski and Blasius correlations were obtained as 3.47% and 13.61%, respectively. It was concluded that the heat transfer and friction factor were higher in the turbulated pipe compared to the empty pipe. Thanks to the turbulators in the pipe, the fluid was distributed from the pipe center to the walls. Thus, the contact between the fluid and the pipe wall was increased. Therefore, the heat transfer increased due to the turbulators. While the heat transfer increased depending on the increasing Re number, the friction factor decreased. In general, the V-shaped turbulated pipe provided higher heat transfer increase between 6.21% and 8.36% and higher friction factor between 85.15% and 86.33% compared to the empty pipe for all Reynolds numbers. The highest thermal performance factor was determined as 0.882.

Keywords: Turbulator, Heat Transfer, Friction Factor, Thermal Performance Factor, Ansys-Fluent

3. GİRİŞ

Küresel ölçekte sürdürülebilir enerji konusundaki artan endişeden ilham alan enerji verimliliğini artırma yöntemleri hem akademik hem de iş dünyasında dikkat çekici bir ilgi görmüştür. Küresel enerji erişimi 2015'te %87'den 2021'de %91'e yükselmiştir [1]. Artan enerji

talebi ve ısı değiştiricilerinin verimliliğini artırma gerekliliği, konvektif ısı transfer oranlarını iyileştirirken aynı zamanda endüstriyel cihazların boyutunu ve yatırım maliyetlerini azaltmayı amaçlayan çok sayıda çalışmayı tetiklemiştir. Daha verimli sistemler oluşturmak enerji tüketimini ve kullanılan malzeme miktarını azaltmaya yardımcı olacaktır. Çeşitli endüstrilerde bulunan temel bir bileşen ısı eşanjörleridir. Isı eşanjörleri termoelektrik ve nükleer enerji üretimi [1], gıda hazırlama [2], ilaç geliştirme [3], sürdürülebilir bina teknolojisi [4], soğutma [5], ulaşım [6], tarım [7], petrokimya işleme [8], imalat [9], [10] ve daha fazlasında kritik bir rol oynamaktadır. Isı eşanjörlerini iyileştirmenin iki ana yolu vardır: enerji girişine ihtiyaç duyan aktif yöntemler ve ısı transfer yüzey alanını artırmaya, çalışma sıvısını değiştirmeye/çalışma sıvısını karıştırmaya ve akış desenlerini/akış dağılımını ayarlamaya dayanan pasif yöntemlerdir [11]. Bu ısı transferi iyileştirme yöntemleri kategorisinde, genişletilmiş yüzeyler veya farklı türbülötörler kullanılması dikkate alınmaktadır [12]. Bu hedefe, farklı türbülötörler yerleştirilerek veya yüzeylerin geometrik şekli değiştirilerek ulaşılmaktadır. Türbülötörler, farklı tiplerde üretilmektedir ve bunların borulara eklenmesi, yalnızca akışkan akışının dönmesini sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda akışkan akışının laminer rejimden türbülanslı rejime dönüşmesine de neden olmaktadır. Bu kanatçıkların, laminer akışa göre türbülanslı akışta önemli ölçüde daha fazla olan ısı transfer oranını artırması nedeniyle, kanatçıkların verimliliğini arttırmakta ve enerji tüketimi azaltmaktadır [13]. Türbülötör, ısı transfer katsayısını artırarak, iç yüzeylerde akışkan birikmesini önleyerek ve akışta türbülans oluşturarak akışkanın borudan geçerken geçirdiği süreyi uzatmaktadır [14].

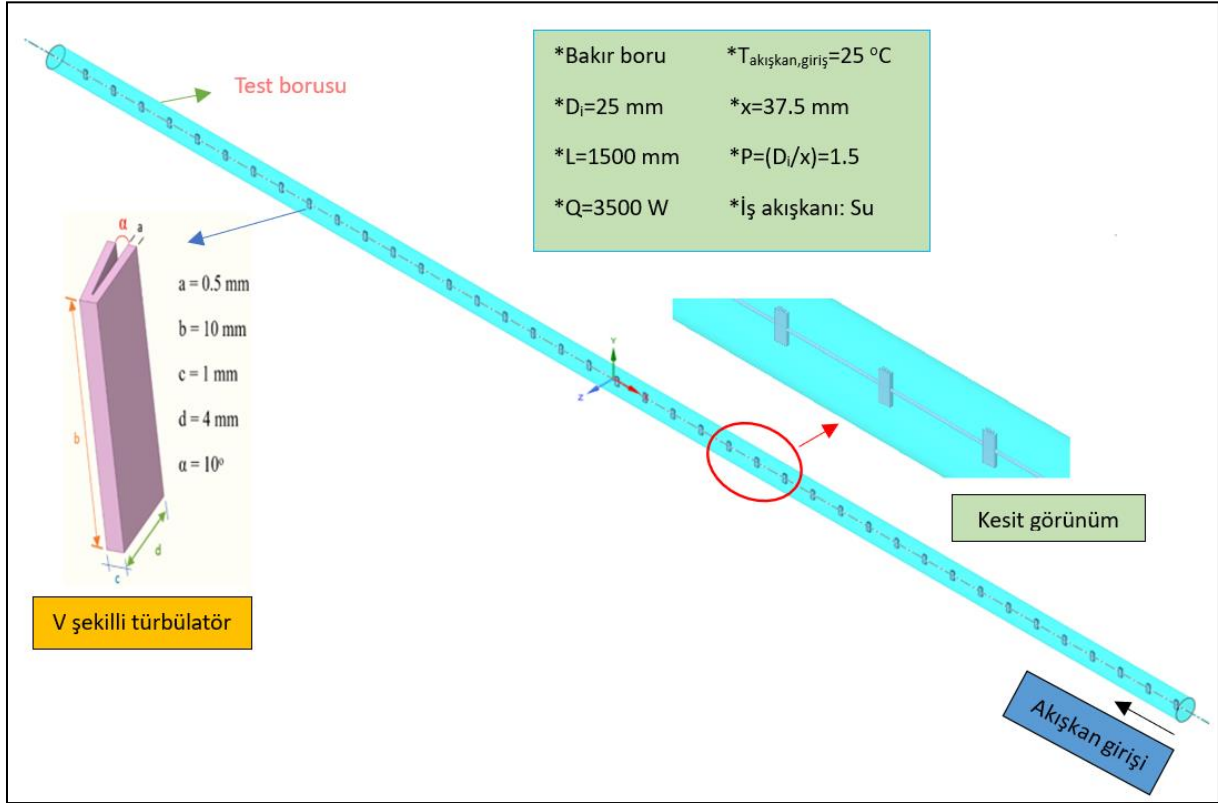
Dalgalı ve helisel borulardaki ısı transfer katsayısı ve termal performans, çeşitli büküm aralığı değerleri ile Pagaliarini ve Rainieri [15] tarafından incelenmiştir. Sonuçlarına göre, helisel boru, akışkan akışında önemli girdaplı parçaların oluşumuna neden olmaktadır; ancak, ısı transfer oranı önemli ölçüde artmamaktadır. Fiziksel özelliklerin sıcaklıkla değişmesi akışkan akışında kararsızlığa neden olmaktadır. Chang vd. [16], kanatçıklı borulara spiraller eklenmiş çift borulu bir ısı değiştiriciyi deneysel olarak araştırmışlar ve bu kanatçıkların ısı transfer oranını artırdığını göstermişlerdir.

Bu çalışmada dairesel şekilli boru içerisine eşit aralıklarla yerleştirilen, 40 adet V şekilli türbülötörün türbülanslı akış şartlarında ısı transferine, sürtünme kaybına ve termal performans faktörüne olan etkileri sayısal olarak incelenmiştir.

4. SAYISAL ÇALIşMA

4.1. Analiz ve Türbülötör Modeli

Test borusu ($L_{\text{boru}}=1500$ mm) için dairesel şekilli bakır boru kullanılmıştır. Boru iç çapı $D_i=25$ mm'dir. Test borusuna yerleştirilen V kanatçıklı türbülötörler arası mesafe $x=37.5$ mm'dir ve adım oranı $P=(D_i/x)=1.5$ olarak belirlenmiştir. 12427 ile 20712 Re sayı aralığında gerçekleştirilen analizlerde iş akışkanı olarak su kullanılmıştır. Analiz için test borusuna yerleştirilen 40 adet V şekilli türbülötörün şematik görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Test borusu ve türbülötörün şematik görünümü

4.2. Veri Azaltma

Reynolds sayısı akışkan hızına göre belirlenmiştir.

$$Re = \frac{\rho V D_i}{\mu} \quad (1)$$

Burada ρ ve μ ; suyun yoğunluğunu ve dinamik viskozitesini, D_i ; borunun iç çapını ve V ise borudaki ortalama su hızını temsil etmektedir. Değerler ortalama yığın sıcaklığına göre seçilmektedir.

$$T_b = \left(\frac{T_i + T_o}{2} \right) \quad (2)$$

Boyutsuz sürtünme faktörü, aşağıdaki eşitlik ile elde edilmiştir.

$$f = \frac{2\Delta P D_i}{l \rho V^2} \quad (3)$$

Burada l , test borusunun uzunluğunu, ΔP ise analiz borusunun girişi ile çıkışı arasındaki basınç farkını ifade etmektedir.

$$\Delta P = P_i - P_o \quad (4)$$

Isı transferi ile ilgili deneysel sonuçlar , aynı formülde Nusselt sayısı (Nu) ve sürtünme faktörünü (f) içeren termal performans faktörü (η) cinsinden ifade edilmektedir. Termal performans faktörünü elde etmek için, öncelikle, sabit duvar sıcaklığı ile tam gelişmiş türbülanslı akış koşulları altında Nusselt sayısını elde etmek için enerji dengesi oluşturulmalıdır. Bu amaçla, borunun giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki farklı sıcaklık dereceleri, suyun ısı kazanımını bulmak için kullanılmıştır. Ardından, konveksiyonun tüm ısıyı aktardığı varsayılarak film katsayısı bulunmuştur [17].

$$\rho V A_c C_p (T_o - T_i) = h A_s (LMTD) \quad (5)$$

Burada; ρ akışkanın yoğunluğunu, A_s borunun iç yüzey alanını, A_c borunun kesit alanını, T_i ve T_o akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıklarını, h_m ortalama ısı transfer katsayısını, C_p akışkanın özgül ısısını, V akışkanın ortalama hızını ifade etmektedir. Logaritmik ortalama sıcaklık farkı anlamına gelen LMTD, giriş-çıkış sıcaklıkları ile duvar sıcaklığı arasındaki farklı sıcaklık dereceleri olarak açıklanmaktadır.

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \left(\frac{(T_w - T_i) - (T_w - T_o)}{\ln \frac{T_w - T_i}{T_w - T_o}} \right) \quad (6)$$

Denklem 5 yeniden düzenlenirse, ısı transfer katsayısı (h) ve Nusselt sayısı bulunabilir:

$$h = \frac{\rho V \frac{\pi D_i^2}{4} C_p (T_o - T_i)}{(\pi D_i l) (LMTD)} \quad (7)$$

Burada k , suyun ısı iletkenliğidir.

Termal performans faktörü η , Webb [18] tarafından ortaya atıldığı gibi , türbülanslı geliştirilmiş bir tüpün h_1 'sinin , sabit bir pompalama gücünde boş ve pürüzsüz bir tüpün h_b 'sine oranı olarak ifade edilmiştir:

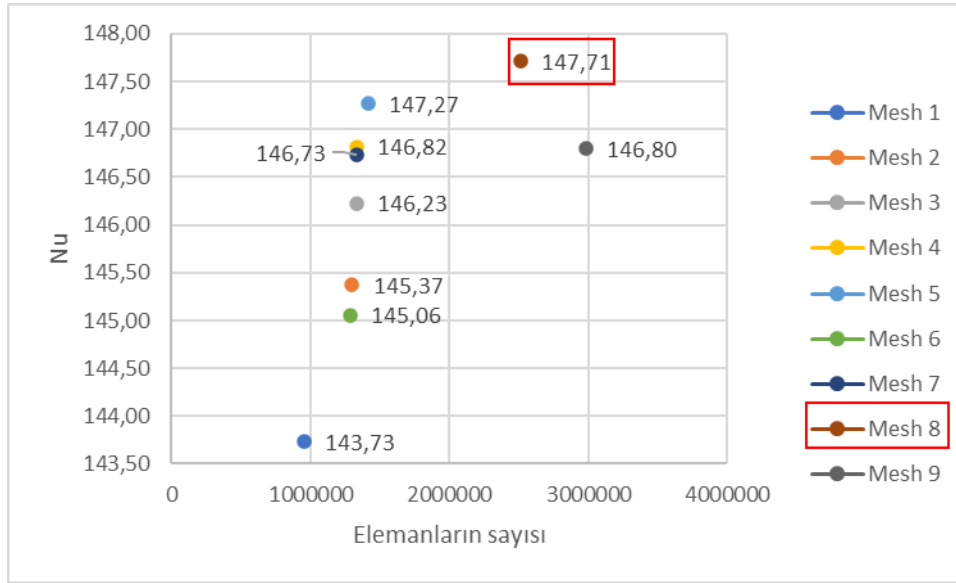
$$\eta = \frac{h_t}{h_b} \Big|_{pp} = \frac{Nu_t}{Nu_b} \Big|_{pp} = \frac{Nu_t}{Nu_b} \left(\frac{f_b}{f_t} \right)^{1/3} = \frac{Nu_t/Nu_b}{\left(\frac{f_t}{f_b} \right)^{1/3}} \quad (8)$$

Burada t ve b indisleri sırasıyla tüp içindeki ve boş tüpteki türbülans durumlarını göstermektedir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

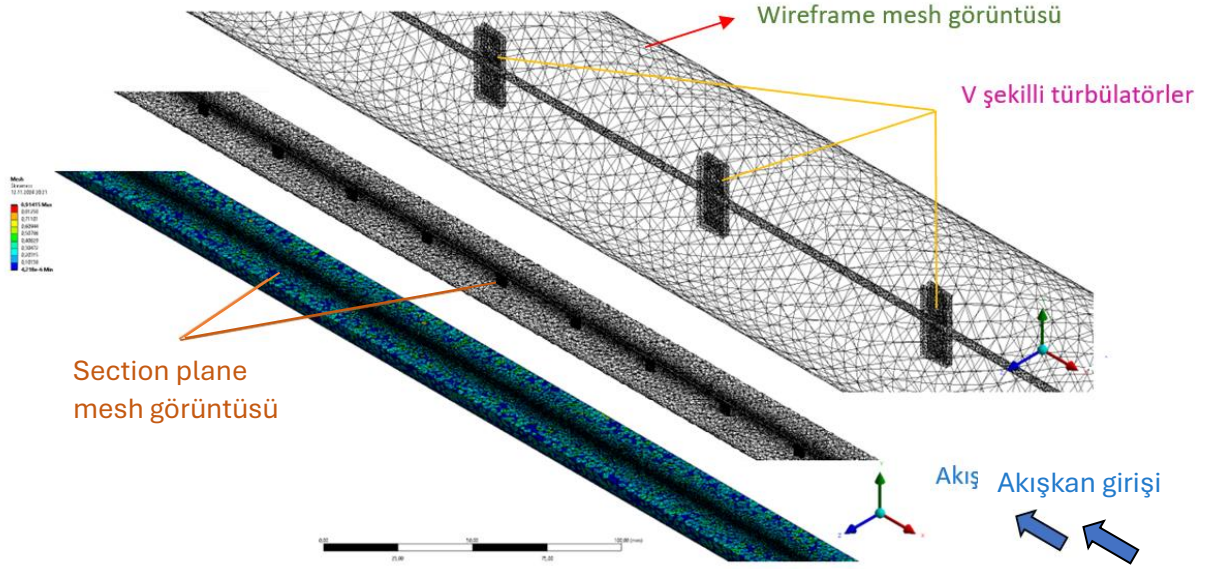
5.1. Mesh Bağımsızlık Testi

Analiz hesaplama alanının ve mesh yapısının oluşturulması Workbench 2021 R1 programı ile yapılmıştır. Şekil 2’de mesh bağımsızlık testine ait grafik verilmiştir.



Şekil 2. Re=20712’de farklı eleman sayıları için mesh bağımsızlık grafiği

Şekil 2’ye göre Re = 20712 için farklı eleman sayılarında Nu sayıları elde edilmiştir. Belirlenen model üzerinde mesh yapısı oluşturulmuş ve mesh kalitesi ayarlanmıştır. Bu öğelerin sayısı, doğru çözüme yakınsamak için önemlidir. Şekil 2’de kırmızı ile belirtilen Mesh 8’de, 2511384 eleman sayısı için maksimum Nu sayısı elde edilmiştir. Tüm analizlerde bu eleman sayısının olduğu mesh yapısı baz alınmıştır. Elde edilen modelin ağ yapısı Şekil 3’te gösterilmiştir.



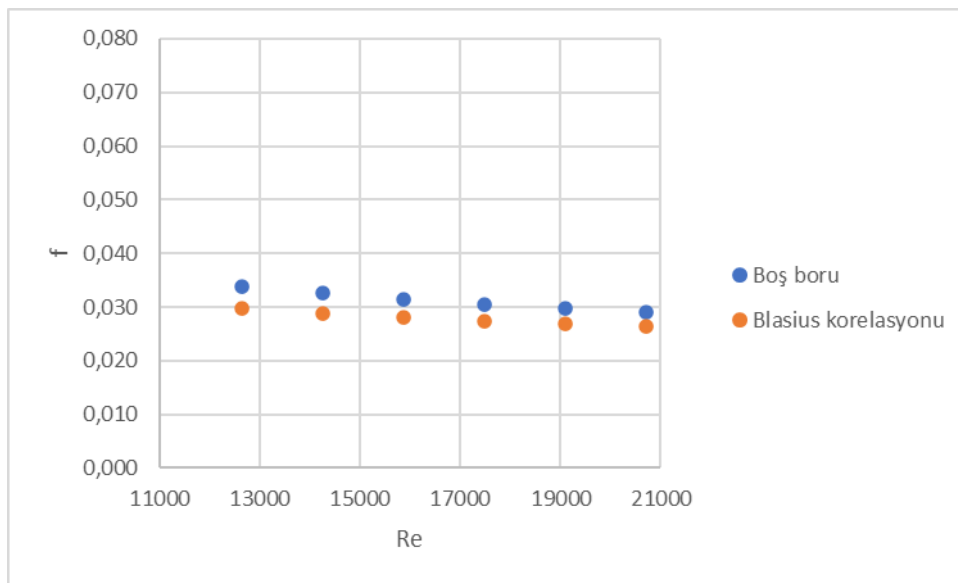
Şekil 3. Türbülörlü borunun Section Plane ve Wireframe mesh görüntüsü

5.2. Doğrulama Testleri

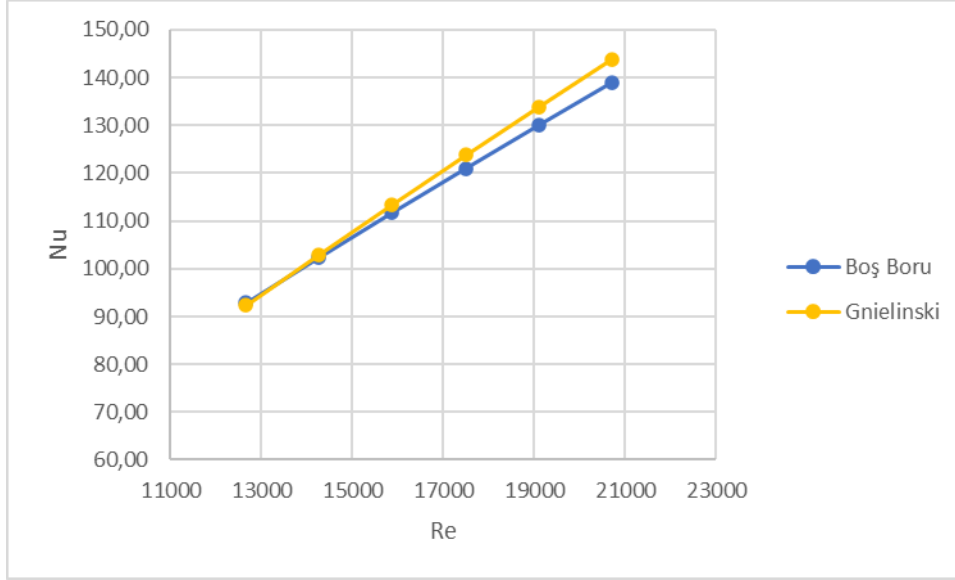
Analiz sonuçlarının doğruluğu için mevcut pürüzsüz boş borudan elde edilen Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü sırasıyla literatürde geçerli olan Gnielinski ve Blasius korelasyonları ile karşılaştırılmıştır ve sonuçlar Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

$$\text{Gnielinski: } Nu = \frac{\frac{f}{8}(Re-1000)Pr}{1+12.7(\frac{f}{8})^{0.5}(Pr^{\frac{2}{3}}-1)} \quad (9)$$

$$\text{Blasius: } f = 0.3164Re^{-0.25} \quad (10)$$



Şekil 4. Boş borunun sürtünme faktörü

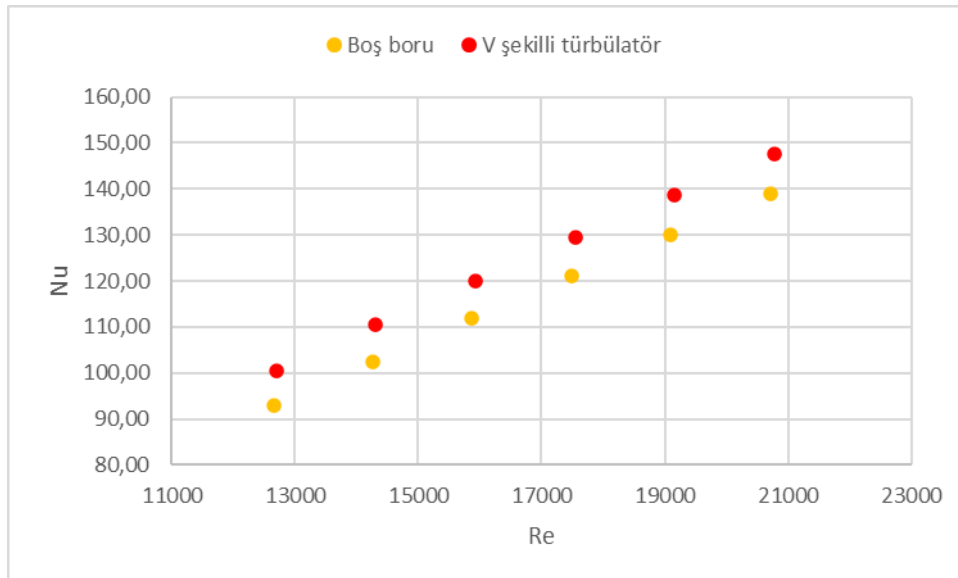


Şekil 5. Boş borunun Nu sayısı

Nu sayısı ve sürtünme faktörü için kıyaslama Şekil 4 ve Şekil 5'te sunulmuştur. Şekil 4'ten, mevcut sonuçlar ile Blasius korelasyonu arasındaki farkın maksimum %13.61 olduğu belirgindir. Şekil 5'te de görüldüğü gibi analiz sonuçları ile Gnielinski korelasyonu arasındaki fark maksimum %3.47 göstermektedir. Hem ısı transferi hem de basınç kaybı analizleri arasındaki fark, artan mesh kalitesine bağlı olarak daha da azaltılabilir.

5.3. Türbülatorlerin ısı transferine ve sürtünme faktörüne etkileri

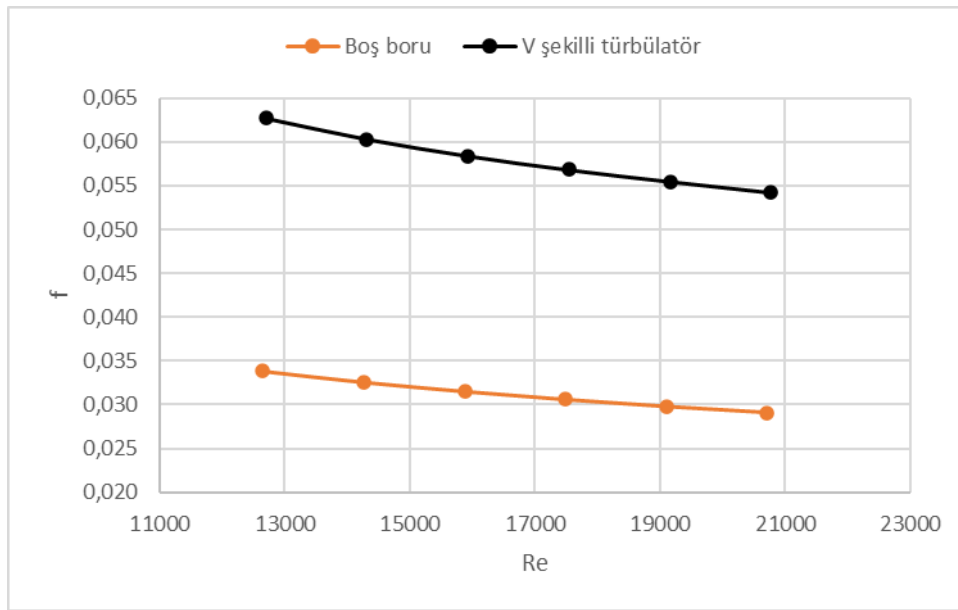
Nusselt sayısı ve Reynolds sayısı arasındaki ilişki Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Nu sayısı ile Reynolds sayısı arasındaki ilişki

Şekil 6, test borusuna yerleştirilen 40 adet V şekilli türbülatorün ısı transferi ve Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Genel olarak V şekilli türbülatorlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için yaklaşık %6.21 ile %8.36 arasında boş borudan daha yüksek Nu sayısı artışı sağlamıştır. Düşük Re sayılarında boş boru ile türbülatorlü borunun Nu sayısı değerleri birbirine yakın iken artan Re sayıları için aradaki fark artmıştır. Akışkan hızının artmasına bağlı olarak artan Reynolds sayısı ile ısı transferi de artmıştır.

Sürtünme faktörü (f) ve Reynolds sayısı arasındaki ilişki Şekil 7’de verilmiştir.

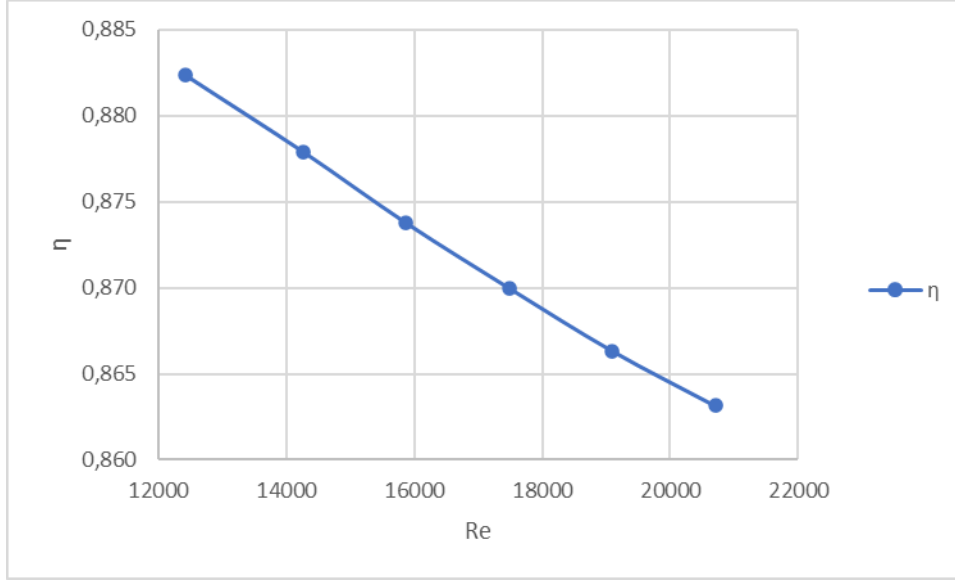


Şekil 7. Sürtünme faktörü ile Reynolds sayısı arasındaki ilişki

Şekil 5, test borusuna yerleştirilen 40 adet V şekilli türbülatorün sürtünme faktörü ve Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Genel olarak V şekilli türbülatorlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için yaklaşık %85.15 ile %86.33 arasında boş borudan daha yüksek sürtünme faktörü sağlamıştır. Akışkan hızının artmasına bağlı olarak artan Reynolds sayısı ile sürtünme faktörü de azalmıştır.

5.4. Türbülatorlerin termal performans faktörüne etkileri

V şekilli türbülatorler nedeniyle test borusu içerisinde sürtünme faktörü artış göstermiştir. Uygulamada bu artış, pompada enerji sarfiyatına neden olacağından kabul görmemektedir. Termal performans faktörü (η), türbülatorlerin sürtünmeye rağmen ısı transferine olan katkısını ölçmeye yarayan bir ölçüttür ve Eşitlik 8’de belirtilmiştir. V şekilli türbülatorlere ait termal performans faktörünün Re sayısı ile değişimi Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Termal performans faktörü ile Reynolds sayısı arasındaki ilişki

Şekil 8'e göre Re sayısının artması ile termal performans faktörü azalmıştır. En yüksek η değeri $Re=12427$ 'de 0.882 olarak elde edilmiştir. Termal performans değerinin 1'den düşük olması, test borsuna yerleştirilen türbülatorlerin, ısı transferine rağmen sürtünme faktöründe daha etkili olduğunu göstermektedir.

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Dairesel şekilli bir borunun ısı transferi (Nu) ve sürtünme faktörü (f) karakteristikleri sayısal olarak incelenmiştir. Türbülanslı akış koşullarında altı farklı Re sayısında analizler gerçekleştirilmiştir. Nu sayısının ve sürtünme faktörünün, boş boruya kıyasla türbülatorlü boruda daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Boru içerisindeki türbülatorler sayesinde akışkan boru merkezinden cidarlara doğru dağılmıştır. Böylece akışkan ile boru cidarının teması arttırılmıştır. Bu nedenle türbülatorler nedeniyle ısı transferi artmıştır. Ayrıca boru girişi ile çıkışı arasında basınç farkı meydana gelmiştir. Artan Re sayısına bağlı olarak ısı transferi artarken sürtünme faktöründe azalma meydana gelmiştir. Genel olarak V şekilli türbülatorlü boru, kullanılan $P=1.5$ adım oranı değerine bağlı olarak tüm Reynolds sayıları için boş boruya kıyasla, %6.21 ile %8.36 aralığında daha yüksek Nu sayı artışı ve %85.15 ile %86.33 aralığında ise daha yüksek sürtünme faktörü sağlamıştır. En yüksek η değeri $Re=12427$ 'de 0.882 olarak elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] “The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023”.

- [2] T. S. Chowdhury, F. T. Mohsin, M. M. Tonni, M. N. H. Mita, and M. M. Ehsan, “A critical review on gas turbine cooling performance and failure analysis of turbine blades,” May 01, 2023, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.ijft.2023.100329.
- [3] J. Bassols, B. Kuckelkorn, J. Langreck, R. Schneider, and H. Veelken, “Trigeneration in the food industry.” [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/apthermeng
- [4] A. Šalić, A. Tušek, and B. Zelić, “Application of microreactors in medicine and biomedicine,” 2012, *University of South Bohemia*. doi: 10.2478/v10136-012-0011-1.
- [5] A. Sharma, V. V. Tyagi, C. R. Chen, and D. Buddhi, “Review on thermal energy storage with phase change materials and applications,” Feb. 2009. doi: 10.1016/j.rser.2007.10.005.
- [6] “Air Conditioning and Refrigeration.”
- [7] C. Oliet, A. Oliva, J. Castro, and C. D. Pérez-Segarra, “Parametric studies on automotive radiators,” *Appl Therm Eng*, vol. 27, no. 11–12, pp. 2033–2043, Aug. 2007, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2006.12.006.
- [8] *Dekker agropedia index*. Marcel Dekker, 2005.
- [9] A. Kayode. Coker, *Petroleum refining design and applications handbook*. John Wiley & Sons, Inc. ; Scrivener Publishing, 2018.
- [10] P. Bajpai, “Application of enzymes in the pulp and paper industry,” *Biotechnol Prog*, vol. 15, no. 2, pp. 147–157, 1999, doi: 10.1021/bp990013k.
- [11] R. ed. Bakerjian, *Tool and manufacturing engineers handbook : vol 6 : design and manufacturability*. Society of Manufacturing Engineers, 1992.
- [12] M. L. G. Ho, C. S. Oon, L. L. Tan, Y. Wang, and Y. M. Hung, “A review on nanofluids coupled with extended surfaces for heat transfer enhancement,” *Results in Engineering*, vol. 17, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2023.100957.
- [13] M. Ramezanizadeh, M. Alhuyi Nazari, M. H. Ahmadi, and E. Açıkkalp, “Application of nanofluids in thermosyphons: A review,” Dec. 15, 2018, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.molliq.2018.09.101.
- [14] M. Jafaryar, M. Sheikholeslami, and Z. Li, “CuO-water nanofluid flow and heat transfer in a heat exchanger tube with twisted tape turbulator,” *Powder Technol*, vol. 336, pp. 131–143, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.powtec.2018.05.057.
- [15] S. Pourahmad and S. M. Pesteei, “Effectiveness-NTU analyses in a double tube heat exchanger equipped with wavy strip considering various angles,” *Energy Convers Manag*, vol. 123, pp. 462–469, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2016.06.063.
- [16] S. Rainieri and G. Pagliarini, “Convective heat transfer to temperature dependent property fluids in the entry region of corrugated tubes.” [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/ijhmt
- [17] S. W. Chang, Y. J. Jan, and J. S. Liou, “Turbulent heat transfer and pressure drop in tube fitted with serrated twisted tape,” *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 46, no. 5, pp. 506–518, May 2007, doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2006.07.009.



- [18] A. M. Mohammed, S. Kapan, M. Sen, and N. Celik, “Effect of vibration on heat transfer and pressure drop in a heat exchanger with turbulator,” *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 28, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.csite.2021.101680.
- [19] R. L. Webb, “Performance evaluation criteria for use of enhanced heat transfer surfaces in heat exchanger design,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 24, no. 4, pp. 715–726, 1981, doi: 10.1016/0017-9310(81)90015-6.

COMPACT CONVOLUTIONAL TRANSFORMER İLE HİSTOPATOLOJİK GÖRÜNTÜLERDEN KANSER TESPİTİ

Öğr. Gör. Dr. Hasan ZAN¹

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,
ORCID: 0000-0002-8156-016X

ÖZET

Meme kanseri, dünya genelinde kadınlar arasında en yaygın görülen ve ölüm oranı yüksek olan bir kanser türüdür. 2020 yılında dünya çapında yaklaşık 2,26 milyon yeni meme kanseri vakası bildirilmiştir. Kanserin erken evrelerde tespit edilmesi, tedavi başarısını önemli ölçüde artırmakta, bu nedenle erken teşhis ve zamanında tarama kritik bir öneme sahiptir. Mamografi, histopatoloji ve sonografi gibi çeşitli görüntüleme yöntemleri meme kanseri taramasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle histopatolojik analiz, doku örneklerinin detaylı incelenmesi yoluyla, iyi huylu ve kötü huylu tümörlerin ayırımında önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, manuel değerlendirme süreçleri zaman alıcıdır ve farklı patologlar arasında yorum farklılıklarına yol açarak çelişkili sonuçlar doğurabilmektedir. Bu çalışmada, histopatolojik görüntülerden meme kanseri tespiti için compact vision transformer (CCT) temelli bir derin öğrenme modeli önerilmektedir. Model, vision transformer modellerine kıyasla daha az sayıda etiketlenmiş görüntüyle eğitilme avantajına sahiptir. Önerilen model, BreakHis veri seti kullanılarak eğitilmiş ve test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, modelin doğruluk oranının 0,952, F1-skorunun 0,944, kesinliğinin 0,957 ve duyarlılığının 0,974 olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, önerilen CCT tabanlı yaklaşımın, meme kanseri teşhisinde etkili bir yöntem olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Compact convolutional transformer, CCT, Meme kanseri, Derin öğrenme

CANCER DETECTION FROM HISTOPATHOLOGICAL IMAGES USING COMPACT CONVOLUTIONAL TRANSFORMER

ABSTRACT

Breast cancer is one of the most common and deadly cancers among women worldwide. In 2020, approximately 2.26 million new cases were reported globally, highlighting the critical need for early detection and timely screening. Histopathological analysis, which involves the detailed examination of tissue samples, plays a crucial role in distinguishing between benign and malignant tumors. However, manual evaluation processes are time-consuming and prone to variability among pathologists, leading to inconsistent results. In this study, we propose a deep learning model based on the compact vision transformer (CCT) for the automatic classification of histopathological images in breast cancer diagnosis. Unlike traditional vision transformer models, the CCT model requires significantly fewer labeled images for training. The model was trained and tested using the BreakHis dataset, achieving an accuracy of 0.952, an F1-score of 0.944, a precision of 0.957, and a recall of 0.974. These results demonstrate the

effectiveness of the CCT-based approach as a reliable method for breast cancer diagnosis, offering a promising tool for improving diagnostic accuracy and efficiency.

Keywords: Compact convolutional transformer, CCT, Breast cancer, Deep learning

GİRİŞ

Meme kanseri, kadınlar arasında kanserle ilişkili ölümlerin önde gelen nedenlerinden biri olan son derece tehlikeli bir kanser türü olarak bilinir. 2020 yılında dünya genelinde yaklaşık 2,26 milyon yeni vaka bildirilmiştir [1]. Bu kanserin uzak organlara yayılma potansiyeli, erken teşhisin önemini ortaya koymakta, zamanında tarama ve erken teşhisin hayati rolünü öne çıkarmaktadır. Mamografi, histopatoloji ve sonografi gibi çeşitli görüntüleme yöntemleri meme kanseri taramasında kullanılmaktadır [2]. Doku örneklerinin ayrıntılı incelemesini içeren histopatolojik analiz, iyi ve kötü huylu tümörlerin ayırt edilmesinde kritik bir rol oynar. Bu süreç, hücresel özelliklerin, özellikle de hücre çekirdeğinin boyut, şekil ve mekansal dağılımının değerlendirilmesine dayanır [3]. Bu analizler, hekimlerin tanı ve tedavi kararlarını yönlendirmede temel bilgiler sağlar.

Bu analizler, histopatolojik görüntülerin renk ve doku tabanlı özellikleri kullanılarak gerçekleştirilir. Histopatolojik görüntülerin analizinde farklı patolojiler arasında yorum farklılıkları ortaya çıkabilmekte, bu da çelişkili sonuçlara yol açabilmektedir. Tam slayt görüntülerinin manuel olarak değerlendirilmesindeki zorluklar, bilgisayar destekli tanı yöntemlerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır [4]. Histopatolojik görüntülerin analizi için çeşitli algoritmalar geliştirilmesine rağmen bu görüntülerin yüksek bir doğrulukla tamamen otomatik bir şekilde sınıflandırılmasına olan ihtiyaç devam etmektedir [5].

Derin öğrenme yapay zekada çığır açan bir yenilik olarak ortaya çıkmıştır. Makine öğreniminin bir alt kümesi olarak konumlandırılan derin öğrenme, çeşitli uygulamalar için geniş veri kümelerindeki karmaşık örüntüleri ayırt etmek üzere yapay sinir ağlarının eğitilmesi üzerine kurulmuştur. Derin öğrenme, farklı soyutlama seviyelerinde veri temsilleri elde etmek için çok sayıda katmandan oluşan modeller kullanır. Derin öğrenmenin önemli bir özelliği, doğrudan programlama gerektirmeden çok miktarda veriyi hızlı ve doğru bir şekilde işleyebilmesidir. Sonuç olarak, derin öğrenme modelleri, doğal dil işleme, görüntü tanıma ve otonom araçlar da dahil olmak üzere çeşitli disiplinlerde birçok ilerleme olasılığının önünü açarak, bu alanlarda yeni referans ölçütler oluşturmuştur [6].

Yıllar içerisinde derin öğrenme, tıbbi görüntüleme alanında büyük ilgi toplayarak önemli bir gelişme göstermiştir. En popüler derin öğrenme mimarisi olan evrimsel sinir ağları, histopatolojik görüntülerden meme kanseri teşhis uygulamalarında olağanüstü sonuçlar elde etmiştir. Bu tanı uygulamaları arasında tümör tespiti, meme kanseri alt tipi sınıflandırması, tümör heterojenliğinin ve mikro ortamın değerlendirilmesi ile reseptör durumu ve içsel alt tipin değerlendirilmesi yer almaktadır [7]. Son yıllarda ise vision transformer (ViT) modelleri biyomedikal görüntülerin sınıflandırılmasında ön plana çıkmıştır [8]. Fakat, ViT'lerin eğitimi için çok sayıda etiketlenmiş görüntüye ihtiyaç duyulması bu modellerin kullanımını sınırlamaktadır.

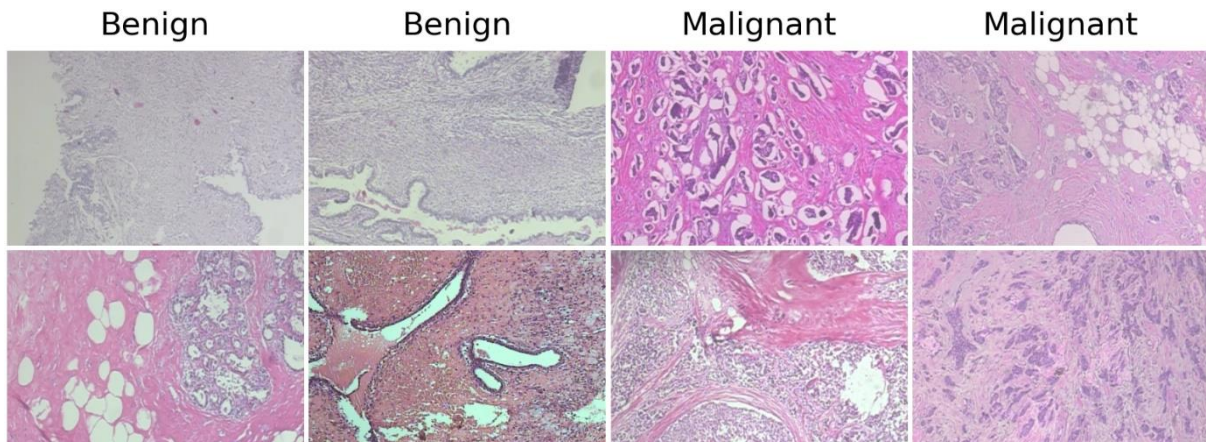
Bu çalışmada, ViT'lerin sınırlamaları göz önünde bulundurularak histopatolojik görüntülerin sınıflandırılması için compact vision transformer (CCT) temelli bir derin öğrenme modelinin kullanılması önerilmektedir. Eğitilmesi ViT temelli modellere göre çok daha az sayıda görüntü gerektiren bu model BreakHis veri seti [9] kullanılarak eğitilmiş ve test edilmiştir.

VERİ SETİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, herkese açık olarak erişilebilen ve meme kanseri histopatolojik görüntü sınıflandırması için kullanılan BreakHis veri setidir [9]. Bu veri seti, toplamda 9109 mikroskopik görüntü içermektedir ve bu görüntüler meme tümör dokularını içermektedir. Görüntüler, 82 hastadan toplanmış olup, 40×, 100×, 200× ve 400× olmak üzere farklı büyütme seviyelerinde elde edilmiştir. Her bir görüntü, PNG formatında saklanmakta olup, görüntüler 700 × 460 piksel çözünürlük, 3 kanallı RGB renk uzayı ve her kanalda 8-bit derinlik özelliklerine sahiptir. BreakHis veri seti, iki ana gruba ayrılmaktadır: benign (iyi huylu) ve malign (kötü huylu). Her grup kendi içinde alt türlere ayrılmaktadır. İyi huylu tümör dokuları dört tümör sınıfına ayrılmıştır: adenozis (A), fibroadenom (F), filloid tümör (PT) ve tübüler adenom (TA). Diğer taraftan, kötü huylu tümör dokuları da dört tümör sınıfına ayrılmıştır: duktal karsinom (DC), lobüler karsinom (LC), müsinöz karsinom (MC) ve papiller karsinom (PC). Bu çalışmada sadece 40× büyütme seviyesine sahip 1995 adet görüntü kullanılmıştır ve bu görüntüler iyi veya kötü huylu şeklinde sınıflandırılmıştır. Görüntüler, modelin eğitimi ve test edilmesi için detayları Çizelge 1'de verildiği şekliyle üç alt kümeye ayrılmıştır. Her iki sınıfa ait farklı görüntüler ise Görsel 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan veri setine ait detaylar

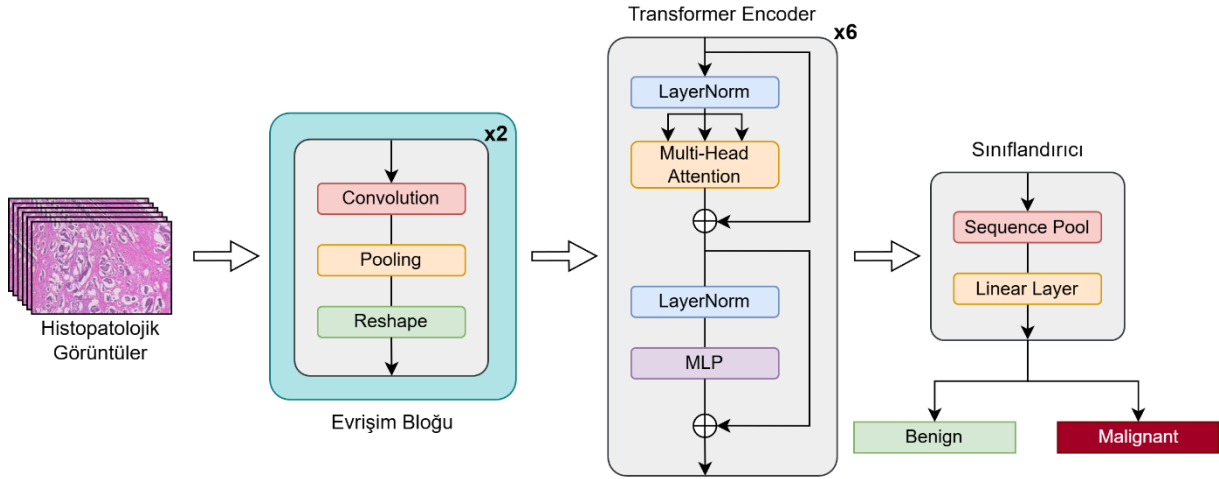
Veri Seti	Sınıf		
	İyi Huylu	Kötü Huylu	Toplam
Eğitim	450	986	1436
Doğrulama	50	110	160
Test	125	274	399



Görsel 1. Veri setinden rastgele alınan her dört sınıfa ait görüntüler

METODOLOJİ

Bu çalışmada, histopatolojik görüntüleri sınıflandırmak için önerilen CCT tabanlı bir yöntem sunulmuştur. Önerilen yöntemin blok diyagramı Görsel 2’de verilmiştir. Eğitilmesi için çok sayıda görüntüye ihtiyaç duyulan ViT modellerine kıyasla daha az sayıda görüntü ile eğitilebilen CCT kullanılmıştır. Dengeli bir eğitim gerçekleştirmek amacıyla, dengesiz sınıf dağılımına sahip veri setinden her sınıfa ait görüntü sayısı ile ters orantılı bir örnekleme yapılmış ve model bu şekilde eğitilmiştir. Eğitim sırasında, veri arttırım yöntemleri kullanılarak modelin genelleme kabiliyeti artırılmıştır.



Görsel 2. Önerilen yöntemin blok diyagramı

Modelin Yapısı

Bu çalışmada, histopatolojik görüntülerin sınıflandırılması için Compact Convolutional Transformer (CCT) [10] modeli kullanılmıştır. CCT, geleneksel Vision Transformer (ViT) modellerinin sınırlamalarını aşmak amacıyla geliştirilmiş bir derin öğrenme mimarisidir. ViT modelleri görüntü sınıflandırmasında etkili olmalarına rağmen, çok sayıda etiketlenmiş veriye ihtiyaç duymaları ve yüksek hesaplama gücü gerektirmeleri bu modellerin eğitilmelerinde bazı zorluklar ortaya çıkarır. CCT, bu zorlukları minimize ederek daha az veriye ihtiyaç duyan, daha verimli ve hesaplama açısından daha ekonomik bir model sunar.

CCT, modelin girdi olarak aldığı görüntüleri, küçük parçalara (patch) böler ve bu parçaları evrışimsel katmanlardan geçirir. Bu süreç, modelin öğrenme kapasitesini artırırken, görüntülerin yerel özelliklerini daha etkili bir şekilde yakalar. Evrışimsel katmanlar, görüntülerin düşük seviyeli özelliklerini öğrenmekte ve bu bilgiyi, daha yüksek seviyeli temsiller elde etmek için transformer katmanlarına iletmektedir. Bu sayede, CCT, hem evrışimsel sinir ağlarının (CNN) yerel özellik çıkarma yeteneklerini hem de transformer modellerinin uzun menzilli bağımlılıkları öğrenme kapasitesini birleştirir.

CCT modelinin öne çıkan özelliklerinden biri de **Sequence Pooling** yöntemidir. Sequence Pooling, modelin çıkışındaki tüm patch’lerin bilgilerini birleştirerek nihai sınıflandırma için daha zengin ve bilgilendirici bir temsil oluşturur. Bu yöntem, geleneksel global average pooling veya flattening işlemlerine göre daha etkili bir bilgi yoğunlaştırma sağlar, bu da özellikle küçük

veri setlerinde performans artışı olarak geri döner. Sequence Pooling, modelin genel doğruluğunu ve sınıflandırma başarısını artıran önemli bir faktör olarak öne çıkar.

Modelin yapısında kullanılan bu hibrid yaklaşım, histopatolojik görüntülerdeki karmaşık örüntüleri daha etkin bir şekilde yakalamakta ve sınıflandırma performansını artırmaktadır. CCT modelinin bu özellikleri, meme kanseri teşhisinde kullanılan histopatolojik görüntülerin otomatik ve yüksek doğrulukla sınıflandırılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan CCT modelinin parametreleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Önerilen modelin parametreleri

Parametre	Değer
Görüntü Boyutu	(224, 224, 3)
Evrişim bloğu sayısı	2
Evrişim bloğu fitre boyutu	(3, 3)
Positional embedding türü	Sinüs
Embedding boyutu	256
Çok katmanlı algılayıcı oranı	1

Modelin Eğitimi

Önerilen modelin eğitimi, yüksek doğruluk elde etmek ve aşırı öğrenmeyi önlemek amacıyla özenle yapılandırılmıştır. Eğitim sürecinde, Adam optimizasyon algoritması kullanılmış olup, öğrenme oranı 0,0001 olarak belirlenmiştir. Adam, momentumu ve adaptif öğrenme oranını birleştirerek, modelin hızlı ve etkili bir şekilde yakınsaması için uygun bir optimizasyon tekniği sunar. Öğrenme oranı, modelin ağırlıklarının dengeli bir şekilde güncellenmesini sağlar ve daha kararlı bir eğitim süreci sunar.

Eğitim sırasında, modelin performansını izlemek ve aşırı öğrenmeyi önlemek amacıyla erken durdurma (early stopping) yöntemi uygulanmıştır. Erken durdurma, doğrulama performansı belirli bir sayıda ardışık epoch boyunca iyileşmediğinde eğitimi durdurarak, gereksiz eğitim adımlarından kaçınılmasını sağlar ve böylece modelin aşırı öğrenmesi önlenir. Modelin sınıflandırma performansını optimize etmek için kayıp fonksiyonu olarak çapraz entropi kullanılmıştır. Çapraz entropi, modelin tahminleri ile gerçek etiketler arasındaki farklı ölçer ve bu farkı minimize ederek modelin daha doğru tahminler yapmasını sağlar.

Veri setindeki görüntü sayısını artırmak ve modelin çeşitli veri varyasyonlarını öğrenmesini sağlamak amacıyla, eğitim sırasında çeşitli veri artırma (data augmentation) yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler arasında rastgele döndürme, yatay ve dikey ekseninde döndürme (horizontal and vertical flip), kaydırma (translation), mixup ve cutmix yer almaktadır.

Performans Değerlendirmesi

Modelin performansını değerlendirmek için doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1 skoru gibi yaygın metrikler kullanılmıştır. **Doğruluk** (accuracy), modelin tüm sınıflar genelinde doğru sınıflandırma yapma oranını gösterir ve genel

performansın bir ölçütüdür. Doğruluk, tüm doğru tahminlerin toplam test örneklerine oranı olarak hesaplanır:

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP + DN}{DP + YP + DN + YN} \quad (1)$$

Burada, DP , YP , DN ve YN sırasıyla doğru pozitif, yanlış pozitif, doğru negatif ve yanlış negatif tahmin sayılarını ifade eder. **Kesinlik** (precision), modelin pozitif sınıflamaları ne kadar doğru yaptığını belirler, yani modelin pozitif olarak tahmin ettiği örneklerin gerçekten pozitif olma oranını ifade eder:

$$\text{Kesinlik (PR)} = \frac{DP}{DP + YP} \quad (2)$$

Duyarlılık (recall), modelin tüm gerçek pozitifleri ne kadar iyi yakaladığını gösterir ve Denklem 3'teki gibi hesaplanır.

$$\text{Duyarlılık (RE)} = \frac{DP}{DP + YN} \quad (3)$$

F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık arasındaki dengeyi gösterir ve bu iki metrikin harmonik ortalaması olarak hesaplanır:

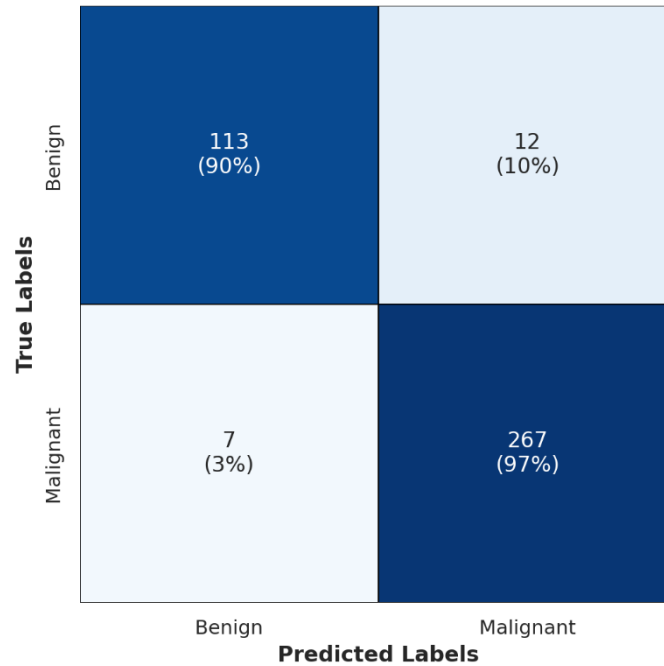
$$\text{F1 Skoru} = 2 \times \frac{PR \times RE}{PR + RE} \quad (4)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada önerilen Compact Convolutional Transformer (CCT) modeli, meme kanseri histopatolojik görüntülerinin sınıflandırılmasında yüksek performans göstermiştir. Modelin doğruluğu %95.7, F1-skoru %96.6, kesinlik %95.7 ve duyarlılık %97.4 olarak elde edilmiştir. Bu metrikler, modelin hem iyi huylu hem de kötü huylu sınıfları başarılı bir şekilde ayırt edebildiğini göstermektedir.

Görsel 3'te verilen karışıklık matrisi modelin iyi huylu ve kötü huylu sınıflarını ne derece doğru sınıflandırdığını göstermektedir. İyi huylu tümörler için model, %90 doğrulukla 113 örneği doğru sınıflandırırken, sadece 12 örneği yanlış olarak kötü huylu sınıfına atamıştır. Diğer taraftan, kötü huylu tümörlerde ise %97 doğrulukla 267 örnek doğru sınıflandırılmış ve yalnızca 7 örnek iyi huylu olarak hatalı sınıflandırılmıştır.

Bu bulgular, modelin özellikle kötü huylu tümörleri tespit etmede oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Bu da modelin klinik uygulamalarda erken tanı için güvenilir bir araç olabileceğini işaret etmektedir. Yüksek duyarlılık oranı, özellikle kötü huylu tümörlerin kaçırılmaması gereken kritik vakalarda modelin güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, iyi huylu tümörlerde gözlemlenen %10'luk yanlış sınıflandırma oranı, daha fazla veri veya ek iyileştirmelerle modelin geliştirilebileceğini göstermektedir.



Görsel 3. Karışıklık matrisi

KAYNAKÇA

- [1] H. Sung, J. Ferlay, R. L. Siegel, M. Laversanne, I. Soerjomataram, A. Jemal and F. Bray, "Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries," *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, vol. 71, no. 3, pp. 209-249, 2021.
- [2] Y.-S. Sun, Z. Zhao, Z.-N. Yang, F. Xu, H.-J. Lu, Z.-Y. Zhu, W. Shi, J. Jiang, P.-P. Yao and H.-P. Zhu, "Risk Factors and Preventions of Breast Cancer," *International journal of biological sciences*, vol. 13, no. 11, pp. 1387-1397, 2017.
- [3] A. Chetlen, J. Mack and T. Chan, "Breast cancer screening controversies: who, when, why, and how?," *Clinical Imaging*, vol. 40, no. 2, pp. 279-282, 2016.
- [4] P. Gomathi, C. Muniraj and P. Periasamy, "Digital infrared thermal imaging system based breast cancer diagnosis using 4D U-Net segmentation," *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 85, p. 104792, 2023.
- [5] M. Veta, J. P. W. Pluim, P. J. van Diest and M. A. Viergever, "Breast Cancer Histopathology Image Analysis: A Review," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 61, no. 5, pp. 1400-1411, 2014.
- [6] Y. LeCun, Y. Bengio and G. Hinton, "Deep learning," *Nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436-444, 2015.
- [7] L. Aldakhil, H. Alhasson and S. Alharbi, "Attention-Based Deep Learning Approach for Breast Cancer Histopathological Image Multi-Classification," *Diagnostics*, vol. 14, no. 13, p. 1402, 2024.

- [8] A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov, D. Weissenborn, X. Zhai, T. Unterthiner, M. Dehghani, M. Minderer, G. Heigold, S. Gelly, J. Uszkoreit and N. Houlsby, "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," *arXiv*, vol. 2010.11929v2, 2020.
- [9] F. Spanhol, L. S. Oliveira, C. Petitjean and L. Heutte, "Breast Cancer Histopathological Database (BreakHis)," [Online]. Available: <https://web.inf.ufpr.br/vri/databases/breast-cancer-histopathological-database-breakhis/>.
- [10] A. Hassani, S. Walton, N. Shah, A. Abuduweili, J. Li and H. Shi, "Escaping the Big Data Paradigm with Compact Transformers," *arXiv*, vol. 2104.05704, 2021.

OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDEN RETİNA HASTALIKLARININ TESPİTİ İÇİN VERİ ARTIRIMI

Öğr. Gör. Dr. Hasan ZAN¹

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,
ORCID: 0000-0002-8156-016X

ÖZET

Koroidal neovaskülarizasyon (KNV), diyabetik maküla ödemi (DMÖ) ve Drusen, dünya genelinde görme sağlığına ciddi tehditler oluşturan önemli retinal hastalıklardır. Optik koherens tomografi (OCT) görüntüleme, CNV, DMÖ ve Drusen'i değerlendirmede yüksek çözünürlüklü retinal tabakaların kesitsel görüntülerini sunarak önemli bir tanı aracı olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, optik koherens tomografi görüntüleri üzerinde retina hastalıklarının sınıflandırılması için hafif bir konvolüsyonel sinir ağı (CNN) tabanlı bir model önerilmektedir. Model, CNV, DMÖ, Drusen ve sağlıklı bireylerden toplanan OCT2017 veri seti üzerinde eğitilmiş ve test edilmiştir. Verilerin sınıf dağılımındaki dengesizlikleri gidermek için eğitim sırasında örnekleme stratejileri kullanılmış ve modelin genelleme kabiliyetini artırmak amacıyla çeşitli veri artırma yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler arasında rastgele döndürme, yatay ekseninde döndürme (horizontal flip), kaydırma (translation), mixup ve cutmix gibi teknikler yer almaktadır. Modelin eğitimi için Adam optimizasyon algoritması kullanılmış, erken durdurma ve çapraz entropi ile modelin başarımı optimize edilmiştir. Önerilen model, karmaşık ve çok sayıda parametreye sahip modellerin aksine, daha basit bir yapıya sahip olup, OCT görüntüleri üzerinde yüksek doğruluk (%99,8) ve F1 skoru (%99,8) elde etmiştir. Sınıf bazında da oldukça başarılı sonuçlar veren modelin, gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılabilirliği ve genelleme kabiliyetinin yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle veri artırma yöntemlerinin etkisinin altını çizerken, önceki çalışmaların eksikliklerini gidermede önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Optik koherans tomografi, Derin öğrenme, Veri artırımı, Retina hastalıkları

DATA AUGMENTATION FOR DETECTING RETINAL DISEASES IN OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IMAGES

ABSTRACT

Choroidal neovascularization (CNV), diabetic macular edema (DME), and drusen are significant retinal diseases that pose serious threats to vision health worldwide. Optical coherence tomography (OCT) imaging has emerged as an essential diagnostic tool for evaluating CNV, DME, and drusen by providing high-resolution cross-sectional images of retinal layers. In this study, a lightweight convolutional neural network (CNN)-based model is proposed for the classification of retinal diseases from OCT images. The model was trained and tested on the OCT2017 dataset, which includes data collected from individuals with CNV, DME, drusen, and healthy controls. To address class imbalance in the dataset, sampling

strategies were employed during training, and various data augmentation techniques were applied to enhance the model's generalization capability. These techniques included random rotation, horizontal flip, translation, mixup, and cutmix. The model was trained using the Adam optimization algorithm, with early stopping and cross-entropy to optimize performance. Unlike complex models with a large number of parameters, the proposed model has a simpler architecture and achieved high accuracy (99.8%) and F1 score (99.8%) on OCT images. The model also demonstrated strong class-based performance, showing high potential for real-time application and robust generalization capability. These results underscore the impact of data augmentation methods and represent a significant step in addressing the limitations of previous studies.

Keywords: Optical coherence tomography, Deep learning, Data Augmentation, Retinal diseases

GİRİŞ

Koroidal neovaskülarizasyon (KNV), diyabetik maküla ödemi (DMÖ) ve Drusen, dünya genelinde görme sağlığına ciddi tehditler oluşturan önemli retinal hastalıklardır [1]. Genellikle, neovasküler yaşa bağlı maküla dejenerasyonu (YBMD) ile ilişkilendirilen KNV, retinanın altındaki kan damarlarının anormal proliferasyonu ile ortaya çıkar ve ciddi merkezi görme kaybına yol açar [2]. Amerika Birleşik Devletleri'nde YBMD'nin yıllık insidansı yaklaşık olarak %1,47 olup, bu veri hastalığın yaygınlığını ortaya koymaktadır [3]. Öte yandan DMÖ, diyabetik retinopatinin sık görülen bir komplikasyonu olup, maküladaki sıvı birikimi ile karakterizedir ve görme bozukluğuna yol açar. Amerika Birleşik Devletleri'nde diyabetli yetişkinlerde DMÖ prevalansı yaklaşık olarak %4,4'tür [4]. Drusen ise retina altında biriken sarımsı tortulardır ve kuru YBMD'nin ayırt edici bir özelliği olup, merkezi görmeyi kademeli olarak bozulmasına neden olur [1]. Bu durumlar için mevcut tedavi stratejileri arasında, anormal kan damarı büyümesini ve sıvı sızıntısını azaltmada etkili olan anti-vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF) ajanlarının intravitreal enjeksiyonları, retinadaki iltihap ve ödemi yönetmek için lazer fotokoagülasyon ve kortikosteroid enjeksiyonları bulunur [5]. YBMD için ise, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmak, görmeyi korumak ve daha fazla görme kaybını önlemek amacıyla fotodinamik terapi (PDT) ve lazer fotokoagülasyon gibi ek tedaviler sızıntı yapan kan damarlarını hedef almak ve kapatmak için kullanılabilir [5].

Optik koherens tomografi (OCT) görüntüleme, CNV, DMÖ ve Drusen'i değerlendirmede yüksek çözünürlüklü retinal tabakaların kesitsel görüntülerini sunarak vazgeçilmez bir tanı aracı olarak ortaya çıkmıştır [6]. OCT görüntüleri, CNV ile ilişkili anormalliklerin ayrıntılı olarak görselleştirilmesini, DMÖ'deki maküla kalınlığı ve sıvı birikiminin hassas ölçümünü ve Drusen morfolojisinin kapsamlı analizini sağlar [6]. Ancak, OCT görüntülerinin yorumu öznel olabilir ve bu durum hekimler arasında yorum farklılıklarına neden olabilir. Bu durum, standartlaştırılmış tanı yöntemlerinin geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları, OCT görüntülerini analizi için alternatif bir çözüm sunmaktadır. Bu algoritmalar, CNV veya DMÖ gibi oküler durumlarla ilişkili karmaşık görüntüleri öğrenebilir ve bu sayede bu hastalıkların daha doğru ve tutarlı bir şekilde teşhis edilmeleri mümkün olmaktadır [7].

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, OCT görüntüleri kullanılarak CNV, Drusen ve DME gibi retina hastalıklarının sınıflandırılması için çeşitli derin öğrenme modelleri kullanılmıştır. Bu modeller, bazıları %99'un üzerinde olmak üzere yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır [8]. Ancak bu ağlardaki karmaşıklık ve çok sayıda öğrenilebilir parametre, onları gerçek zamanlı uygulamalar için uygunsuz hale getirmektedir. Buna ek olarak, önceden eğitilmiş ağlara ve transfer öğrenmeye olan bağımlılık sistemleri daha da karmaşık hale getirmektedir. Bazı yaklaşımlar, büyük veri kümelerine bağımlılığı azaltmak için daha basit modeller veya denetimsiz öğrenme yöntemleri denemiş olsa da bunlar genellikle doğruluk açısından yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, bu olumlu sonuçlara rağmen, veri artırma (data augmentation) yöntemleri yeterince araştırılmamıştır.

Önceki çalışmaların kısıtlamaları göz önünde bulundurularak, bu çalışmada, OCT görüntülerinin sınıflandırılması için kompleks olmayan bir evrimsel sinir ağı (CNN) önerilmiş ve modelin genelleme kabiliyetini arttırmada kullanılan veri artırma tekniklerinin bir analizi sunulmuştur. Modelin eğitimi ve performans analizi için 84.484 görüntüden oluşan bir OCT veri kümesi [9] kullanılmıştır. Ayrıca, veri kümesindeki dengesiz sınıf dağılımının üstesinden gelmek için, eğitim görüntülerinin sınıflar arasında eşit dağılımını sağlamak üzere eğitim sırasında bir örnekleme stratejisi uygulanmıştır. Bu yaklaşım sınıf dengesizliği sorununu hafifletmekle beraber modelin daha güvenilir bir performans göstermesine katkıda bulunur.

VERİ SETİ

Bu çalışmada, CNV, DME, drusen ve sağlıklı kişilerden toplanan OCT2017 veri seti kullanılmıştır [9]. Veri seti 83.484 adet görüntüden oluşan eğitim ve her sınıftan 250 görüntüye sahip test veri setine ayrılmıştır. Bu iki veri setine ait detaylar Çizelge 1'de verilmiştir. Eğitim veri setindeki görüntü sayısının yüksek olması, modelin farklı varyasyonları öğrenmesine olanak tanımaktadır. Ancak, veri setindeki sınıf dengesizliğini gidermek ve modelin tüm sınıfları eşit derecede öğrenmesini sağlamak amacıyla, eğitim sırasında sınıflar arası dengeyi sağlayacak şekilde bir örnekleme stratejisi uygulanmıştır. Ayrıca, modelin genelleme kapasitesini artırmak için geniş kapsamlı veri artırma teknikleri kullanılmıştır. Bu sayede, modelin performansı ve doğruluğu önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Veri setinden alınan farklı sınıflara ait görüntüler Görsel 1'de verilmiştir.

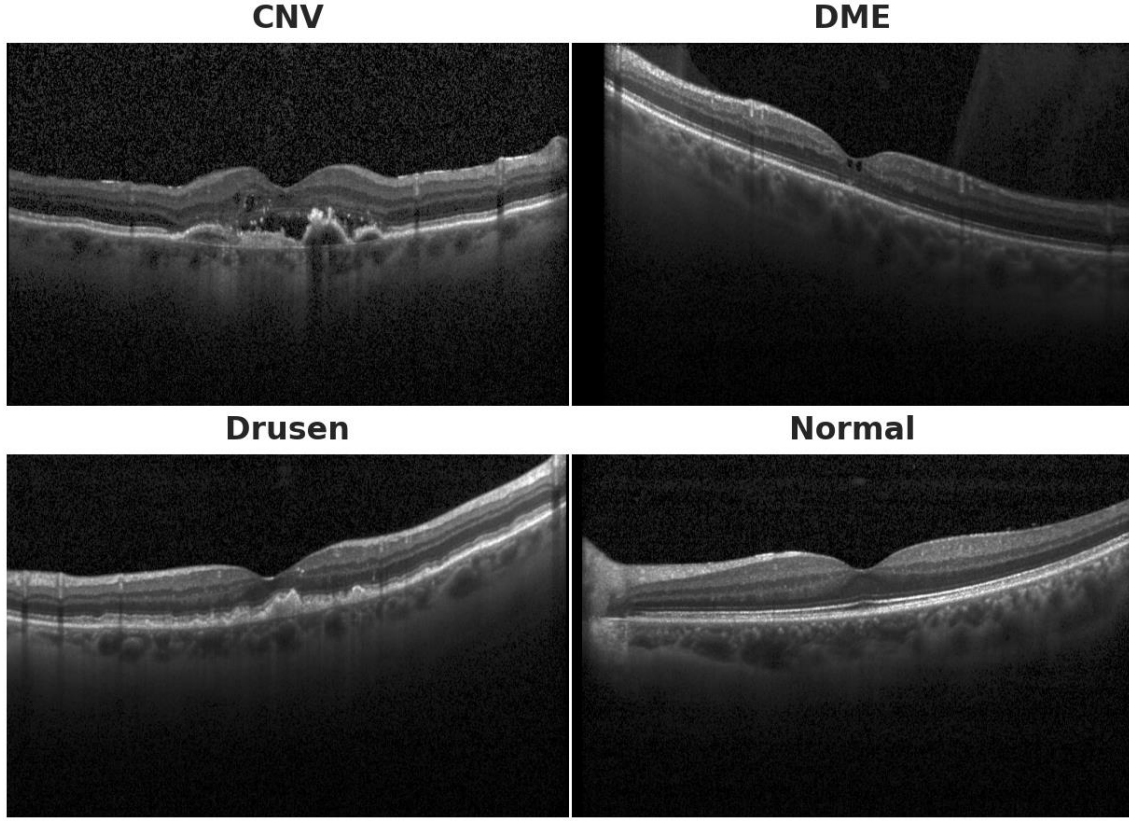
Çizelge 1. Kullanılan veri setine ait detaylar

Veri Seti	Sınıf			
	CNV	DME	Drusen	Normal
Eğitim	37205	11348	8616	26315
Test	250	250	250	250

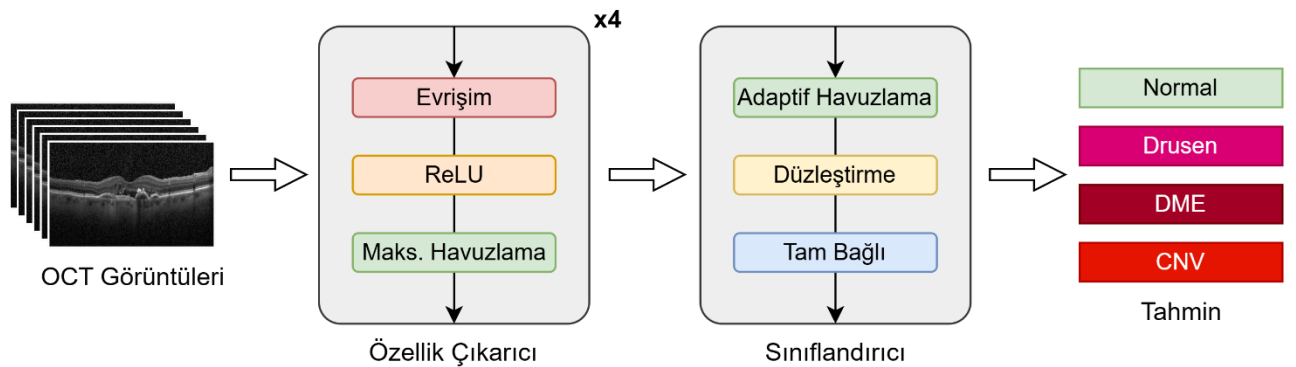
METODOLOJİ

Bu çalışmada, OCT görüntülerini sınıflandırmak için önerilen CNN tabanlı bir yöntem sunulmuştur. Bu yöntemin blok diyagramı Görsel 2'de verilmiştir. Çok sayıda eğitilebilir parametreye ve karmaşık yapıya sahip yöntemlerin aksine, bu çalışmada nispeten basit bir model önerilmiştir. Dengeli bir eğitim gerçekleştirmek amacıyla, dengesiz sınıf dağılımına sahip veri setinden her sınıfa ait görüntü sayısı ile ters orantılı bir örnekleme yapılmış ve model

bu şekilde eğitilmiştir. Önerilen modelde, her biri evrişim, ReLU ve havuzlama katmanlarından oluşan dört blok ile OCT görüntülerinin özellikleri çıkarılmış; çıkarılan bu özellikler, adaptif havuzlama, düzleştirme ve tam bağlı katmanlardan oluşan bir sınıflandırıcı ile sınıflandırılmıştır. Son olarak, veri artırımı yöntemleri kullanılarak modelin genelleme kabiliyeti artırılmıştır.



Görsel 1. Veri setinden rastgele alınan her dört sınıfa ait görüntüler



Görsel 2. Önerilen yöntemin blok diyagramı

Modelin Yapısı

Katman parametreleri Çizelge 2’de verilen modelin genel mimarisi, görüntülerin özelliklerini çıkarmak üzere tasarlanmış dört bloktan oluşmaktadır. Her blok, bir evrişim katmanı, bir ReLU aktivasyon fonksiyonu ve bir havuzlama katmanı içermektedir. Bu yapı, modele karmaşıklık katmadan, temel özelliklerin etkili bir şekilde çıkarılmasını sağlar.

Modelin ilk aşamasında, giriş OCT görüntüsü ardışık olarak bu dört bloktan geçer. Evrişim katmanları, görüntüdeki temel özellikleri çıkarırken, ReLU aktivasyon fonksiyonu doğrusal olmayanlık ekleyerek modelin daha karmaşık özellikleri öğrenmesini sağlar. Havuzlama katmanları ise, özellik haritalarının boyutunu azaltarak modele hesaplama verimliliği kazandırır ve aşırı öğrenmeyi önler.

Özellik çıkarma işlemi tamamlandıktan sonra, elde edilen özellikler adaptif havuzlama katmanı aracılığıyla sabit boyutta bir özellik vektörüne dönüştürülür. Bu vektör, düzleştirilerek tam bağlı (fully connected) katmana iletilir. Son olarak, bu tam bağlı katman aracılığıyla sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir.

Çizelge 2. Önerilen modelin parametreleri

Katman	Filtre Sayısı	Filtre Boyutu	Adım Boyutu	Çıkış Boyutu
Evrişim	16	3	1	(16, 224, 224)
ReLU	-	-	-	(16, 224, 224)
Havuzlama	-	2	2	(16, 112, 112)
Evrişim	16	3	1	(32, 112, 112)
ReLU	-	-	-	(32, 112, 112)
Havuzlama	-	2	2	(32, 56, 56)
Evrişim	16	3	1	(64, 56, 56)
ReLU	-	-	-	(64, 56, 56)
Havuzlama	-	2	2	(64, 28, 28)
Evrişim	16	3	1	(128, 28, 28)
ReLU	-	-	-	(128, 28, 28)
Havuzlama	-	2	2	(128, 14, 14)
Adaptif Havuzlama	-	-	-	(128, 1, 1)
Düzleştirme	-	-	-	(16, 1)
Tam bağlı	4	-	-	(4, 1)

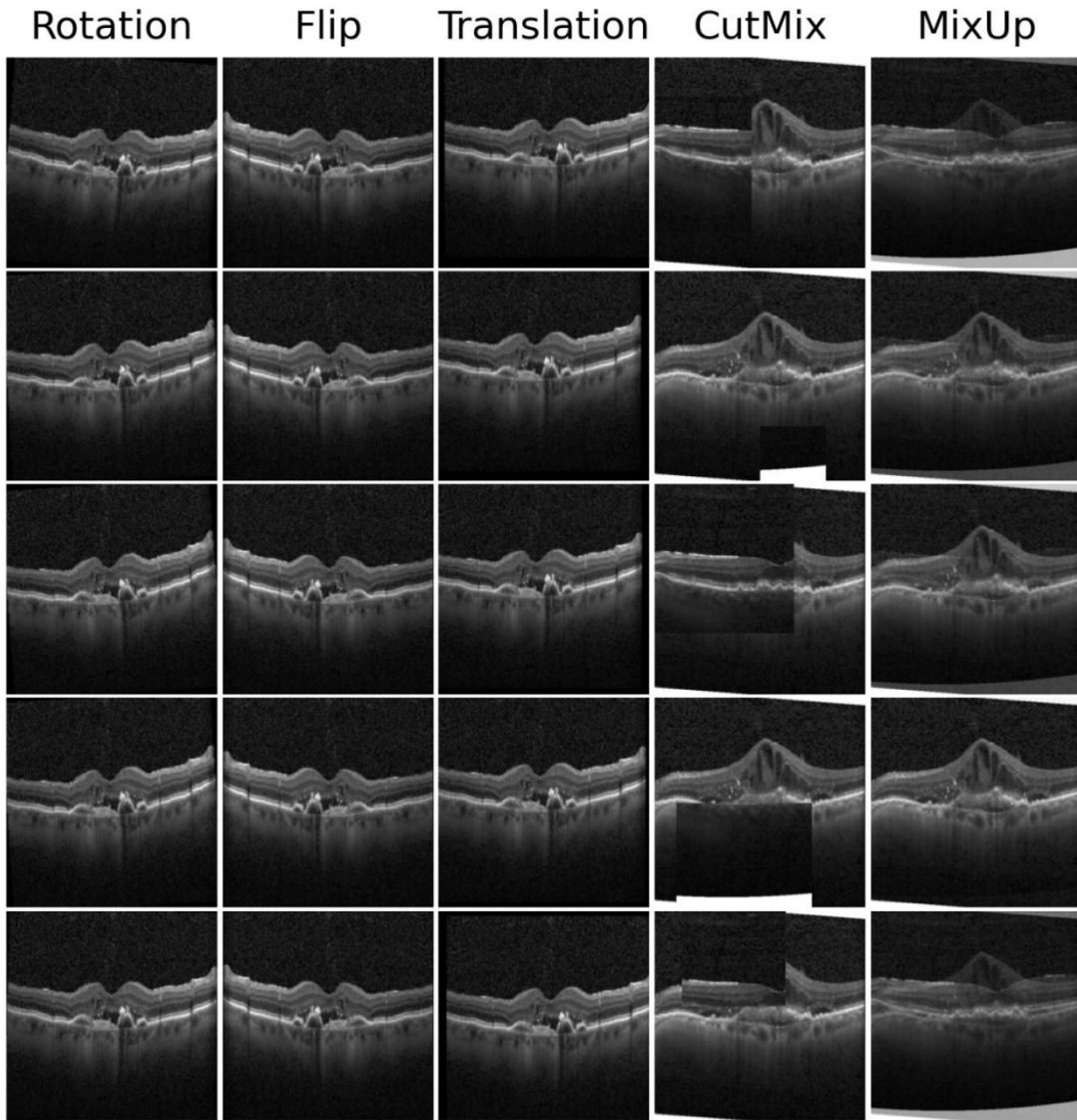
Modelin Eğitimi

Modelin eğitimi, yüksek doğruluk elde etmek ve aşırı öğrenmeyi önlemek amacıyla özenle yapılandırılmıştır. Eğitim sürecinde, Adam optimizasyon algoritması kullanılmış olup, öğrenme oranı 0,001 olarak belirlenmiştir. Adam, momentumu ve adaptif öğrenme oranını birleştirerek, modelin hızlı ve etkili bir şekilde yakınsaması için uygun bir optimizasyon tekniği sunar. Öğrenme oranı, modelin ağırlıklarının dengeli bir şekilde güncellenmesini sağlar ve daha kararlı bir eğitim süreci sunar.

Eğitim sırasında, modelin performansını izlemek ve aşırı öğrenmeyi önlemek amacıyla erken durdurma (early stopping) yöntemi uygulanmıştır. Erken durdurma, doğrulama kaybı belirli bir sayıda ardışık epoch boyunca iyileşmediğinde eğitimi durdurarak, gereksiz eğitim adımlarından kaçınılmasını sağlar ve böylece modelin aşırı öğrenmesi önlenir. Modelin sınıflandırma

performansını optimize etmek için kayıp fonksiyonu olarak çapraz entropi kullanılmıştır. Çapraz entropi, modelin tahminleri ile gerçek etiketler arasındaki farkı ölçer ve bu farkı minimize ederek modelin daha doğru tahminler yapmasını sağlar.

Veri setinin genelleme kapasitesini artırmak ve modelin çeşitli veri varyasyonlarını öğrenmesini sağlamak amacıyla, eğitim sırasında çeşitli veri artırma (data augmentation) yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler arasında rastgele döndürme, yatay eksende döndürme (horizontal flip), kaydırma (translation), mixup ve cutmix yer almaktadır. Rastgele döndürme, görüntülerin rastgele açılarda döndürülmesini sağlayarak modelin farklı açılardan gelen varyasyonlara karşı daha dayanıklı olmasını sağlar. Yatay eksende döndürme, görüntülerin yatay eksende simetrik olarak döndürülmesini içerir ve bu da modelin simetrik yapıdaki özellikleri daha iyi öğrenmesine katkıda bulunur. Kaydırma, görüntülerin belirli bir miktarda sağa, sola, yukarı veya aşağı kaydırılması ile gerçekleştirilir ve modelin yer değiştirme varyasyonlarına karşı duyarlılığını artırır.



Görsel 3. Kullanılan veri artırma yöntemleri

Mixup, iki görüntüyü ve onların etiketlerini belirli bir oranda karıştırarak yeni eğitim örnekleri oluşturur ve modelin doğrusal olmayan karar sınırlarını daha iyi öğrenmesine yardımcı olur. Cutmix ise, bir görüntünün rastgele bir bölgesini diğer bir görüntü ile değiştirerek modelin öğrenme sürecine yeni bir çeşitlilik katmaktadır. Bu iki yöntem, modelin daha çeşitli ve karmaşık örüntüleri öğrenmesini sağlarken, aynı zamanda aşırı öğrenmeyi önlemeye yardımcı olur. Kullanılan veri artırma yöntemlerinin OCT görüntülerinin üzerindeki etkisi Görsel 3'te verilmiştir.

Performans Değerlendirmesi

Modelin performansını değerlendirmek için doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1 skoru gibi yaygın metrikler kullanılmıştır. **Doğruluk** (accuracy), modelin tüm sınıflar genelinde doğru sınıflandırma yapma oranını gösterir ve genel performansın bir ölçütüdür. Doğruluk, tüm doğru tahminlerin toplam test örneklerine oranı olarak hesaplanır:

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP + DN}{DP + YP + DN + YN} \quad (1)$$

Burada, DP , YP , DN ve YN sırasıyla doğru pozitif, yanlış pozitif, doğru negatif ve yanlış negatif tahmin sayılarını ifade eder. **Kesinlik** (precision), modelin pozitif sınıflamaları ne kadar doğru yaptığını belirler, yani modelin pozitif olarak tahmin ettiği örneklerin gerçekten pozitif olma oranını ifade eder:

$$\text{Kesinlik (PR)} = \frac{DP}{DP + YP} \quad (2)$$

Duyarlılık (recall), modelin tüm gerçek pozitifleri ne kadar iyi yakaladığını gösterir ve Denklem 3'teki gibi hesaplanır.

$$\text{Duyarlılık (RE)} = \frac{DP}{DP + YN} \quad (3)$$

F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık arasındaki dengeyi gösterir ve bu iki metrikin harmonik ortalaması olarak hesaplanır:

$$\text{F1 Skoru} = 2 \times \frac{PR \times RE}{PR + RE} \quad (4)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Önerilen modelin genel doğruluk ve F1 skoru %99,8 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar, modelin yüksek bir doğruluk oranı ile çalıştığını ve dengeli bir performans sergilediğini göstermektedir.

Çizelge 3'ü verilen sınıf bazlı performans sonuçları incelendiğinde, modelin CNV için %100 kesinlik ve %99,6 duyarlılık sağladığı, buna karşılık F1 skorunun %99,8 olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, DME ve Drusen sınıfları için de %99,6 kesinlik ve %100 duyarlılık elde edilmiştir, bu da bu sınıfların F1 skorlarının %99,8 olmasına yol açmıştır. Normal sınıfında ise %100 kesinlik ve %99,6 duyarlılık ile yine %99,8 F1 skoru elde edilmiştir.

Bu veriler, modelin her sınıf için oldukça yüksek bir doğruluk ve duyarlılıkla çalıştığını göstermektedir.

Çizelge 3. Sınıf bazlı performans sonuçları

Sınıf	Kesinlik (%)	Duyarlılık (%)	F1 Skoru (%)
CNV	100	99,6	99,8
DME	99,6	100	99,8
Drusen	99,6	100	99,8
Normal	100	99,6	99,8

Görsel 4'te verilen karışıklık matrisi incelendiğinde, modelin CNV sınıfındaki 249 örneği doğru sınıflandırdığı ve yalnızca 1 örneği yanlışlıkla DME olarak sınıflandırdığı görülmektedir. DME ve Drusen sınıflarındaki tüm örnekler doğru sınıflandırılmıştır. Normal sınıfında ise 249 örnek doğru sınıflandırılmışken, 1 örnek yanlışlıkla Drusen olarak sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlar, modelin sınıflar arasında oldukça başarılı bir ayırım yapabildiğini, ancak birkaç küçük hata yaptığını göstermektedir.

Genel olarak, bu bulgular modelin OCT görüntüleri üzerinde başarılı bir performans sergilediğini ve her bir sınıf için tutarlı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Modelin genelleme kabiliyeti, veri artırma yöntemlerinin de katkısıyla artmıştır, bu da modelin farklı veri setlerinde de benzer performans gösterebileceği anlamına gelmektedir.

True Labels	CNV	249 (100%)	1 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	DME	0 (0%)	250 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	DRUSEN	0 (0%)	0 (0%)	250 (100%)	0 (0%)
	NORMAL	0 (0%)	0 (0%)	1 (0%)	249 (100%)
		CNV	DME	DRUSEN	NORMAL
		Predicted Labels			

Görsel 4. Karışıklık matrisi

KAYNAKÇA

- [1] M. Nozaki, B. Raisler, E. Sakurai, J. Sarma, S. Barnum, J. Lambris, Y. Chen, K. Zhang, B. Ambati, J. Baffi and J. Ambati, "Drusen complement components C3a and C5a promote choroidal neovascularization," *American Journal of Ophthalmology*, vol. 142, no. 1, p. 201, 2006.
- [2] K. N. Khan, O. A. Mahroo, R. S. Khan, M. D. Mohamed, M. McKibbin, A. Bird, M. Michaelides, A. Tufail and A. T. Moore, "Differentiating drusen: Drusen and drusen-like appearances associated with ageing, age-related macular degeneration, inherited eye disease and other pathological processes," *Progress in Retinal and Eye Research*, vol. 53, pp. 70-106, 2016.
- [3] D. Friedman, B. O'Colmain, B. Muñoz, S. Tomany, C. McCarty, P. Jong, B. Nemesure, P. Mitchell and J. Kempen, "Prevalence of Age-Related Macular Degeneration in the United States," *Archives of Ophthalmology*, vol. 122, no. 4, p. 564, 2004.
- [4] R. Varma, N. M. Bressler, Q. V. Doan, M. Gleeson, M. Danese, J. K. Bower, E. Selvin, C. Dolan, J. Fine, S. Colman and A. Turpcu, "Prevalence of and Risk Factors for Diabetic Macular Edema in the United States," *JAMA Ophthalmology*, vol. 132, no. 11, p. 1334, 2014.
- [5] S. E. Mansour, D. J. Browning, K. Wong, H. W. Flynn Jr and A. R. Bhavsar, "The Evolving Treatment of Diabetic Retinopathy," *Clinical Ophthalmology*, vol. 14, pp. 653-678, 2020.
- [6] M. R. Hee, C. R. Bauman, C. A. Puliafito, J. S. Duker, E. Reichel, J. R. Wilkins, J. G. Coker, J. S. Schuman, E. A. Swanson and J. G. Fujimoto, "Optical Coherence Tomography of Age-related Macular Degeneration and Choroidal Neovascularization," *Ophthalmology*, vol. 103, no. 8, pp. 1260-1270, 1996.
- [7] P. Riazi Esfahani, A. J. Reddy, N. Nawathey, M. S. Ghauri, M. Min, H. Wagh, N. Tak and R. Patel, "Deep Learning Classification of Drusen, Choroidal Neovascularization, and Diabetic Macular Edema in Optical Coherence Tomography (OCT) Images," *Cureus*, vol. 15, no. 7, p. e41615, 2023.
- [8] S. A P, S. Kar, G. S, V. P. Gopi and P. Palanisamy, "OctNET: A Lightweight CNN for Retinal Disease Classification from Optical Coherence Tomography Images," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 200, p. 105877, 2021.
- [9] D. Kermany, K. Zhang and M. Goldbaum, "Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification," *Mendeley Data*, 2018.

EXPLORING THE APPROPRIATE ERGONOMIC RISK ASSESSMENT METHOD

Imran ASLAN

Assoc.Prof., Faculty of Health Science, The Department of Health Management, Bingöl

University, Bingöl, Türkiye, imranaslan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5307-4474>

ABSTRACT

Research into ergonomic risk assessment methods has received considerable attention in recent years, reflecting the increasing importance of optimising safety and efficiency in the workplace. Organisations can influence the incidence of workplace injuries by managing ergonomic risks. The overall health and well-being of workers is improved by focusing on ergonomics. A significant problem in the workplace is musculoskeletal disorders (MSDs). They have a significant economic and social impact, accounting for one third of all work-related injuries. It is a matter for experts in their field to choose the most appropriate ergonomic risk assessment method. Each method has its own strengths, weaknesses and potential suitability for assessment. This study analyses and critiques the types of ergonomic risk assessment methods and their use in different areas, based on the existing literature. Ergonomic tools can be effective in the identification of ergonomic hazards, they can also be challenging to use, particularly for those who have not had specific training in the ergonomics field. For whole-body exposures, the REBA, RULA and OWAS methods are suggested. For whole body exposure during manual handling, the NIOSH methods can also be used. The REBA method is recommended for standing, sitting or a combination of the two when more than one part of the body is involved. NIOSH is suitable for repetitive, static, dynamic and seated tasks, but not for two-handed lifting and lowering of stable loads. Depending on the time, information available, work performed, etc., different industries may use different ergonomic methods. For a more comprehensive risk assessment, it is necessary to use ergonomic risk assessment methods in conjunction with other ergonomic tools. The data also highlights the importance of ongoing training and awareness programmes. This is why companies need to be proactive and use emerging technologies like wearable devices and ergonomics software to monitor and manage ergonomics risks in real time.

Key Words: Ergonomic, Risk Assessment, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA)

1. INTRODUCTION

Risk assessment is an essential process to identify, evaluate and mitigate risks related to the ergonomic design of the workplace. Reflecting the growing importance of optimising safety and efficiency in the workplace, research into ergonomic risk assessment methods has attracted considerable attention in recent years. The selection of the most appropriate ergonomic risk assessment method is an issue for experts in their field. Each method has its own strengths, weaknesses and potential suitability for the assessment. By taking ergonomic risks into account, organisations can reduce the incidence of injuries in the workplace. The overall health

and wellbeing of employees is enhanced by a focus on ergonomics. Muscle and skeletal disorders (MSD) are a significant problem at work, accounting for one-third of occupational injuries and having a significant economic and social impact (Chiasson et al., 2012). Identifying and addressing the physical ergonomics risk factors that cause these conditions is crucial in reducing these problems (Lasota, 2020).

Ergonomics risk assessments assist with identifying potential hazards that can lead to MSDs, including strain, dislocation and repetitive motion injuries (Chiasson et al, 2012; Salleh et al, 2020). Ergonomic assessment tools are becoming increasingly important for today's workplace, where the health and welfare of the workforce is a priority. These tools are designed to identify and reduce work-related musculoskeletal disorders, which can have a significant impact on productivity and employee satisfaction (Pascual & Naqvi, 2008). Effective risk assessment is vital to identify and mitigate these risks, ultimately leading to improved employee outcomes and lower costs related to workplace accidents. Incorporating ergonomic principles into organizational practices not only reduces risks from physical strain but also helps create a culture of safety and wellness among workers. With increasing reliance on technology and prolonged sedentary behaviour, it is imperative to understand the importance of ergonomic assessments. They provide a proactive approach to addressing the evolving nature of the working environment. In the context of the safety and well-being of employees in the workplace, an ergonomic risk assessment serves as an essential tool for the identification of potential hazards associated with job tasks and work environments. This systematic evaluation process ensures that tasks are designed to suit human capabilities and limitations, and focuses on assessing factors that may contribute to MSDs. The aim of ergonomics evaluations is to reduce the risk of injury and increase overall productivity through the evaluation of repetitive movements, awkward positions and excessive forces (Boris, 2014; Agnieszka et al. , 2013).

One study highlighted that awkward postures and repetitive strain injuries are common problems that lead to significant productivity losses due to sick leave (Gupta , 2024). Ergonomic workplaces and workstations can help reduce employee discomfort and tiredness, which can increase job satisfaction. Employee morale, efficiency and productivity can be improved through ergonomically optimised work environments. When employees are comfortable and uninterrupted by pain or discomfort, it allows them to concentrate on the task at hand, leading to improved performance, which is essential for job satisfaction. Ergonomic risk assessments can lead to reduced absenteeism by minimising the risk of injury and discomfort. This can save organisations money and maintain productivity levels as employees are less likely to take time off due to work-related injuries. These include a reduction in workers' compensation claims, a reduction in health care costs and a reduction in turnover rates (Gupta, 2024; Lara-Lezcano et al., 2022). This is why systematic ergonomics evaluations are proactive strategies for promoting healthy workforces and increasing organisational efficiency and performance (Nwachukwu and Magaji, 2024). Through the systematic analysis of risks, health care providers can develop targeted interventions that promote safer work practices (Brusco et al., 2023; Boris et al., 2014). In addition, the implementation of ergonomic solutions such as adjustable workstations and proper training in body mechanics, as well as the promotion of positive employer-employee relations and camaraderie among co-workers, not only contributes

directly to improved job satisfaction, but also leads to better employee performance and morale, as employees feel valued and supported in their work environment (Council NR et al., 2010; Shwe , 2024). Furthermore, the implementation of a structured occupational health management model has been shown to not only improve worker safety but also to increase average productivity levels by 11% in the context of welding positions, where specific dysergonomic risks are associated with manual labour (Lara-Lezcano et al., 2022).

Workplace safety and ergonomics regulations and guidelines exist in many countries. Conducting risk assessments will help companies comply with these requirements and avoid fines and legal problems. Ergonomic Risk Assessments are not a one-off activity; they should be carried out as part of a continuous process of improving the workplace. Regular assessments ensure ongoing safety and efficiency by helping organisations adapt to changes in work processes, technology and employee needs. The control process consists of a series of harmonised implementation steps: assessing risk, defining objectives, considering, detailing tools and discipline, monitoring, auditing and reviewing (Delice & Can, 2020). When you compare risk assessment tools, you'll need to take into account several factors, including what the tool is designed to do, how easy the tool is to use, how accurate the tool is, what advantages the tool has and what tasks or settings the tool is designed to evaluate. Consideration of task frequency, duration and object weight enhances the practical application of ergonomic principles in increasingly automated environments. Including Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA), NIOSH Lifting Equation, Strain Index (SI), etc., each of these assessment tools offers distinct advantages in assessing different ergonomic risks, but they also face challenges in terms of accuracy and reliability. The development and implementation of ergonomics programmes in many industries has been supported by a large body of research (Babicsné-Horváth et al., 2022; Delice & Can, 2020). In this study, the advantages and limitations of the main methods used to assess ergonomic risks are analysed by reviewing the current literature. A number of proposals will be drawn up on the basis of this research. The final objective of the study is to provide some recommendations on how the ergonomic methods could be linked to the specific characteristics of the different types of work.

2. ERGONOMIC RISK ASSESSMENT METHODS

According to Babicsné-Horváth et al. (2002), risk assessment methods can be divided into general risk assessment methods, manual handling risk assessment methods, and specific methods. By considering strengths, weaknesses and potential suitability for the assessment of defined industrial workplaces, a selection system for ergonomic risk assessment methods can be done based on body part analysis, task specific analysis, performance analysis and specific aspects for pushing, pulling and lifting. The workload, various factors such as oxygen consumption, heartbeats per minute, body temperature, physical conditions of the workspace such as noise levels, lighting levels, vibration levels, posture, rest periods and so on, should also be taken into account. In addition, the key factors for ergonomic risk assessment are physical, cognitive and organisational. Attitude, repetitive movements, strength, workplace design, environmental conditions and task duration and frequency are physical factors that influence fatigue and injury risk. Mental workload, task complexity, attention and concentration, training and knowledge, and tolerance for error are cognitive factors that relate to the mental processes

involved in task performance and how they may affect worker performance and safety. Workplace culture, policies and procedures, communication, workload management, worker involvement, resources and support are organisational factors (Bai, Kamarudin & Alli, 2024 ; Babicsné-Horváth et al., 2022; Delice & Can, 2020).

Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA), NIOSH Lifting Equation, Strain Index (SI), Occupational Repetitive Actions (OCRA) Checklist, Ovako Working Posture Analysis System (OWAS), QECK, Posture Analysis Tools, Workplace Ergonomic Assessment Tools, Checklists and Surveys and Video Analysis are some of the commonly used ergonomic risk assessment methods. Finding the right method for ergonomic risk assessment involves a systematic approach to identifying and reducing risks associated with work-related musculoskeletal disorders (WMSDs). REBA is useful for assessing posture and repetitive tasks, and RULA focuses on the upper body and is effective for tasks involving manual handling. RULA is a tool for assessing upper limb postures in the workplace and helps to identify potential ergonomic risks associated with musculoskeletal disorders. REBA assesses the whole body. It evaluates postures, forces and movements to determine the risk of injury. It is particularly useful for tasks that involve whole-body movements. NIOSH Lifting Equation developed by the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), the NIOSH Lifting Equation is specifically designed to evaluate lifting tasks, taking into account the weight of the load, distance lifted, frequency and posture, and assesses the safety of manual lifting tasks. OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) assesses postures and their associated risks. Based on the time spent in each working posture, the OWAS takes into account the frequency of the posture and the weight of the load to assess the risk. The ManTRA method stands for Manual Task Risk Assessment. It is a systematic approach used to assess the risks associated with manual tasks or activities in the workplace that involve physical labour (Delice & Can, 2020; Hallowell et al., 2013; Jones & Kumar, 2010; Wijeratne et al., 2014).

RULA, REBA and OWAS have been the most widely used ergonomic risk assessment methods in the industrial sector (Choi et al., 2020). REBA is sensitive to the nature of unpredictable work postures and is useful in identifying high-risk activities and can be used in a variety of industries in manufacturing, construction, healthcare and other service industries to implement appropriate interventions (Hignett & McAtamney, 2000; Keyserling et al., 1993; Madani & Dababneh, 2016; Rostami et al., 2017; Salleh et al., 2020). RULA can be applied in a variety of settings, including manufacturing, office environments and healthcare, to improve ergonomics and worker safety. It provides a quick and effective way to assess the risk factors associated with repetitive movements, awkward postures and forceful exertions. The system is based on the assessment of postures in terms of the angles of the joints of the body and the postures of the trunk, neck and head. The total score indicates the level of risk and suggests necessary interventions to reduce the risk of injury (e.g. redesigning the workspace, providing ergonomic tools, etc.) (Jones & Kumar, 2010; McAtamney & Corlett, E1993). OWAS is used to evaluate work postures and to redesign work methods and locations, taking into account health and safety and the discomfort caused by work postures. It has been used extensively in the steel industry (Karhu, Kansil & Kuorinka, 1977). Another commonly used tool is the Upper Extremity Cumulative Trauma Ergonomic Risk Factor Assessment Checklist, which focuses

specifically on the upper extremities and can be a valuable tool for rapid screening of work tasks (Keyserling et al., 1993).

The Strain Index is a tool used to assess the risk of developing MSDs from repetitive tasks. It takes into account factors such as intensity, duration, frequency and posture to calculate a risk score. The OCRA method assesses the risk of repetitive strain injuries by evaluating the frequency and duration of repetitive tasks and the postures involved. It provides a score that indicates the level of risk. Tools such as the Ergonomic Workplace Assessment Tool (EWAT) and the Ergonomic Assessment Tool (EAT) provide comprehensive assessments of workstations and tasks, taking into account factors such as layout, equipment and worker interaction. Simple checklists and surveys can be used to gather information about work practices, workstation design and employee feedback on ergonomic issues. QECK using a survey takes into account observer and worker exposure ratings in relation to load weight, frequency, vibration, work performance, visual attention, work duration and force required (Choi et al., 2020; Delice & Can, 2020). The Unified Repetitive Task Indicator (RTI) is a tool designed to assess and quantify the ergonomic risks associated with repetitive tasks in the workplace. The RTI provides a standardised method for assessing the intensity and frequency of repetitive tasks, e.g. tasks performed more than 10-20 times per minute, taking into account both the physical demands of the task, such as the amount of force exerted, e.g. lifting, pushing, pulling, and the posture of the worker during the task, and the duration of exposure, whether performed continuously for long periods or intermittently (Roman-Liu, 2007). LUBA Ergonomic Risk Assessment is a structured method for assessing ergonomic risks in the workplace. LUBA stands for Load, Unloading, Body Movement and Allocation of Tasks. The LUBA Ergonomic Risk Assessment is a practical, task-oriented method for identifying and addressing ergonomic risks in the workplace. It focuses on physical load, body movement, unloading procedures and task allocation, which are critical factors in preventing musculoskeletal disorders (Motamedzade et al., 2021). The aim of EWA is both to prevent injury and to improve work performance. EWA involves the analysis of safety, work arrangements, work organisation and the psychological climate of jobs and workplaces for the benefit of worker safety and health and to reduce organisational waste. This is done by examining how workers perform tasks, the nature of the tasks performed, the tools and other conditions that exist when performing the tasks, and the workplace environment (Rocha, Teixeira & de Castro Moreno, 2023). Postures, movements and workflows can be assessed by recording and analysing work tasks on video. An effective tool for identifying, documenting and evaluating ergonomic hazards in the workplace is the use of video analysis in ergonomic risk assessment. You can gain valuable insight into postures, movements and task design that may not be readily observable in person by capturing real-life footage of employees performing their tasks. In combination with the principles of ergonomics and intervention strategies, it can substantially reduce the number of accidents in the workplace, increase productivity and improve the overall welfare of employees (Beese et al., 2021).

The Agricultural Lower Limb Assessment (ALLA) can assess the risks of specific lower limb postures in agricultural tasks (Kong et al., 2010). There are also other methods such as the Washington Industrial Safety and Health Act (WISHA) Lifting Calculator, the American

Conference of Governmental Industrial Hygienists Hand Activity Level Threshold Limit Value (ACGIH HAL TLV), the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), etc. methods used in different countries (Choi et al., 2020; Delice & Can, 2020).

3. COMPARING ERGONOMIC RISK ASSESSMENT METHODS

In order to improve the health and job satisfaction of employees, it is essential to incorporate ergonomic risk assessments into workplace design. Research shows that musculoskeletal complaints, largely due to poor workplace ergonomics, are experienced by many professionals, particularly in academic settings. One study found that the prevalence of musculoskeletal complaints among academic workers was 64.6%, and this was immediately correlated with body/chair misalignment (Bello et al., 2022). Similarly, ergonomic redesign efforts, such as that undertaken in grocery stores, have demonstrated a substantial reduction in risk levels related to awkward posture, ultimately resulting in a 66.66% reduction in RULA scores (Tapia et al., 2021). These findings highlight the need to reduce health risks, improve performance and promote a sustainable work culture by integrating ergonomic principles into the workplace environment.

The wide range of tools available can seem intimidating, and it is important to understand the strengths and limitations of each tool to select the best one for the circumstances. Whilst these tools can effectively identify ergonomic hazards, their implementation can pose a challenge, particularly for people who have not had specialist training in ergonomics as shown in Table 1 (Lorenzini et al., 2023; Pascual & Naqvi, 2008). A study of ergonomic risk assessment in welding practice at a technical college in Malaysia found that all elements of the work process needed a high degree of risk control, emphasising the importance of correct posture and technique during such work (Salleh et al., 2020). Ergonomic risk assessment methods are essential tools for identifying, assessing and mitigating workplace ergonomic risks. These methods vary in terms of their approach, their complexity and their applicability. Below is a comparison of some commonly used ergonomic risk assessment methods:

Table 1. Comparing some common risk assessment methods

Method	Body region considered	Purpose	Method	Ease of Use/ Advantages	Strengths	Limitations	References
RULA	Upper arms, lower arms, wrist, trunk, neck, legs	Evaluates postural risks such as MSDs in the upper limbs without assessment devices .	Repetition, awkward/ static postures, force, time worked without break	Quick to apply; requires minimal training.	Effective for identifying risks in static and dynamic tasks.	may not address lower body or whole-body risks.	(Babicsné-Horváth et al., 2022; Choi et al., 2020; Delice & Can, 2020; Jones & Kumar, 2010; Tang, 2020).
REBA	Trunk, neck, legs, knees, upper and lower arms, wrists	Assesses entire body within specific movement planes.	It considers the whole body posture and movements.	Relatively straightforward and quick.	Addressing both upper and lower body	May require more detailed analysis and training and may be less effective for static postures.	(Babicsné-Horváth et al., 2022; Choi et al., 2020; Delice & Can, 2020; Lara-Lezcano et al., 2022 ; Jones & Kumar, 2010; Tang, 2020).

NIOSH Lifting Equation	Low back	Evaluates the safety of manual lifting tasks and overexertion injuries	Based on various factors (e.g., distance, frequency, and posture).	Requiring data collection on lifting conditions.	Providing a clear maximum recommended weight limit.	Limited to lifting tasks; not consider other ergonomic factors.	(Choi et al., 2020; Lara-Lezcano et al., 2022; Jones & Kumar, 2010).
OWAS	Posture and force/ external load	Assesses the risk associated with posture and load handling.	Identifying the frequency and time spent in the postures adopted in a given task	Relatively simple, but requires observations of work processes.	Useful for identifying high-risk postures for a variety of industries.	May not provide detailed recommendations for improvement .	(Choi et al., 2020; Delice & Can, 2020; Hignett & McAtamney, 2000; Madani & Dababneh, 2016)
CET (Checklists and Ergonomic Tools)	Posture, equipment and work environment	Utilizes checklists to identify potential ergonomic hazards.	Use of standardized questionnaires or checklists to identify potential issues.	Easy to implement; requires little training.	Flexible and can be adapted to various settings.	Subjective relies on self-reporting.	TDI(2024)
OCRA (Occupational Repetitive Actions)	Upper limbs	Assesses the risks contributing to the development of upper limb disorders	Evaluates the frequency, duration, and intensity of repetitive actions.	Analytical, and reliable method and suitable tool for conducting an initial risk assessment	Comprehensive for repetitive tasks considers multiple risk factors.	More complex and time-consuming; requiring detailed data collection.	(Choi et al., 2020; Jones & Kumar, 2010)
Strain Index	Hands, wrists, forearms and elbows	Evaluates the risk of upper extremity disorders	Considers factors such as intensity, duration, and frequency of exertion.	Simple assessment of occupational risk	Focuses on specific risk factors for upper extremities	Limited to upper extremity tasks.	(Choi et al., 2020.; Delice & Can, 2020; Jones & Kumar, 2010)
Ergonomic Workplace Analysis (EWA)	Repetitive motions, forceful exertions, awkward postures, and prolonged periods of inactivity	Evaluation of a workplace environment to ensure to fit the needs of the employees	Involves direct observation, interviews, and measurements of workstations and tasks.	Improved employee well-being and safety to greater productivity and cost savings	Holistic approach; identifies a wide range of ergonomic issues.	Time-consuming and resource-intensive; requires expertise in ergonomics.	(Choi et al., 2020; Rocha, , Teixeira & de Castro Moreno, 2023).
Video Analysis	Poor posture, repetitive movements, awkward body positions, or hazardous equipment	Involves recording work tasks for detailed analysis.	Set up cameras to capture employees performing the tasks from various angles)	Requires equipment and time for analysis.	Offers visual insights into postures and movements;	Time-intensive and may require specialized knowledge to analyze effectively.	(Beese et al., 2021)
The ManTRA method	Issues that could lead to MSDs or repetitive strain injuries (RSIs).	Identifying hazards related to manual handling,	Based on factors like frequency, intensity, and duration of the task.	Structured and systematic approach	Identifying ergonomic risks early and tailoring interventions	Time-consuming, gathering comprehensive data, subjectivity	(Moussavi–Najarkola& Mirzaei, 2012).
LUBA	Upper body and limbs	Assessment of postural loading of the upper body and limbs, either in sitting or standing posture based on experimental results of discomfort perceived.	Evaluate the weight, size, and type of objects being handled by the employee, as well as the amount of force required for a task.	A comprehensive risk assessment that covers physical workload, movement patterns, and task distribution,	Including both external loads (e.g., lifting) and internal loads (e.g., the physical strain of maintaining a posture or performing repetitive actions)	Assess right or left upper limb individually and not considering force, duration and repetition, or other modifying factors.	(Motamedzade et al., 2021; Tang, 2020).
Unified Repetitive	The upper limb load	Assessing the upper limb load	Evaluating the duration	Highly effective for	Standardized method for	Not considering	(Roman–Liu, 2007).

Task Indicator (RTI)	resulting from repetitive work	resulting from repetitive tasks, via the RTI	of particular sequences of the work cycle and force exerted.	managing repetitive task risks	evaluating the intensity and frequency of repetitive tasks	all ergonomic risks, subjectivity in task evaluation	
----------------------	--------------------------------	---	--	--------------------------------	--	---	--

The LUBA method is preferred for upper bodyloads, and the REBA, RULA and OWAS methods are suggested for wholebody loads. For whole-body exposure during manual handling, NIOSH methods can also be used. For upper limb loading in repetitive work, the OCRA and SI methods are suggested. In addition, EN1005-4 is suggested for upper limb loading with loading of the neck and lower back (Tang, 2020). The risk of posture in the upper limb can be measured more effectively by the agricultural upper limb assessment (AULA) developed by Kong et al. (2011). In general, the OWAS and REBA tend to underestimate the risk of working posture when compared to the RULA (Choi et al., 2020). The ALLA is a better tool for the assessment of different working postures of the lower limbs in agricultural tasks (Choi et al., 2020).

RULA is more suitable for work that is repetitive to a certain degree, in a standing or sitting position, or a combination of the two, involving more than one part of the body. For standing, sitting or a combination of both involving more than one part of the body, REBA is recommended. NIOSH is suitable for repetitive tasks, static tasks, dynamic tasks, seated tasks, but not for two-handed lifting and lowering of stable loads. LUBA is suitable for repetitive tasks involving standing, sitting or a combination of both, involving multiple parts of the body and not for tasks involving using the right and left upper limbs together. OCRA is suitable for repetitive tasks where the use of the upper limbs is predominantly for material handling, but not for tasks where the risk is predominantly to the lower limbs. The Strain Index is suitable for repetitive tasks involving the hand, excluding static tasks and tasks involving awkward postures.

The NIOSH Lifting Equation, the RULA and the REBA are quantitative approaches. They require specific measurements and tools that may not always be available and may overlook subjective factors such as worker comfort and perception. Checklists, interviews or focus groups are qualitative approaches. They focus on subjective judgements, observations and feedback from workers to identify ergonomic risks. Quantitative methods tend to have a high degree of reliability, especially when standardised protocols are followed. Factors such as twist, lateral flexion, abduction are weighted equally regardless of the degree of motion, for example 5° twist or 20°. REBA is limited for factors such as twist, lateral flexion, abduction and does not consider whole-body vibration, direct trauma to the back or non-lifting MSD risks. NIOSH cannot be used for one-handed lifting, lifting for more than 8 hours, lifting while seated or kneeling, lifting in confined spaces, lifting of unstable objects, carrying/pushing/pulling tasks, and cannot predict injuries to individual operators. OCRA is unable to measure the risk associated with vibration or contact stress or disorders of the shoulder, neck or back. The Strain Index does not take into account contact stress, cold temperatures, hand-arm vibration or recovery time between exertions and is based on professional judgement rather than a mathematical relationship between variables.

4. CONCLUSION

Each of these methodologies have their strengths and weakness, and their choice is often dependent on specific circumstances, task type and available resources. Choosing which method to use to assess ergonomic risks depends on several factors, including the specific workplace context, the nature of the tasks being performed, the resources available and the level of detail required. A combination of assessment methods can be useful for a more comprehensive understanding of the ergonomic risks in the workplace. Due to time, available information, type of work, etc., different industries may use different ergonomic methods. For a more comprehensive risk assessment, ergonomic risk assessment methods may need to be used in conjunction with other ergonomic tools.

When comparing ergonomic risk assessment methodologies, several aspects need to be taken into account, including the type of approach (quantitative or qualitative), its validity and reliability, and its usability. The results can be used to help identify problems and to promote a culture of safety. A safe working environment can be maintained through regular training and updates. In addition, by empowering employees to identify potential hazards and advocate for their own ergonomic needs, the data highlights the importance of ongoing training and awareness programmes. The implications for the future are that companies need to be proactive, using emerging technologies like wearable devices and ergonomics software to monitor and manage ergonomics risks in real time. By fostering an ergonomic culture, organisations can create a healthier working environment that not only meets regulatory standards, but also helps to satisfy and retain employees in the long term. As a result, navigating the evolving workplace health and safety landscape will require a strategic focus on ergonomic practices.

REFERENCES

- Agnieszka et al. (2013). Annual reports of education, health and sport, , Zenodo. ISBN: 9781329876002, <http://zenodo.org/record/45472>
- Bai, Y., Kamarudin, K. M., & Alli, H. (2024). A systematic review of research on sitting and working furniture ergonomic from 2012 to 2022: Analysis of assessment approaches. *Heliyon*, 10(7).
- Beese, N. O., Rodriguez, F. S., Spilski, J., & Lachmann, T. (2021). Development of a digital video-based occupational risk assessment method. *Frontiers in public health*, 9, 683850. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.683850>
- Bello, A., Ahike, E., Ndaa, P., & Iyor, F. (2022). Workstation Ergonomic Risk Factors and its associations with Common Musculoskeletal Complaints among Academic Staff of a Ghanaian Higher Institution: A survey, OpenAlex. <https://gresis.osc.int//doi/10.60692/d98c5-pg264https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1272908/v1>
- Babicsné-Horváth, M., Bór, D., Balla, B., & Hercegfi, K. (2022, June). Preparation of a selection system for ergonomic risk assessment methods. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 49-58). Cham: Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-21704-3_4

Boris R. N. et al. (2014). Annual reports of education, health and sport, Zenodo. ISBN: 9781329900547. <http://zenodo.org/record/46138>

Brusco N. et al. (2023). Deriving insights from an occupational incident reporting system to enhance understanding of musculoskeletal injury among nurses and midwives. *Zenodo*, 1, 12-20. <https://zenodo.org/record/8433121>

Chiasson, M. È., Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478-488. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.07.003>

Choi, K. H., Kim, D. M., Cho, M. U., Park, C. W., Kim, S. Y., Kim, M. J., & Kong, Y. K. (2020). Application of aula risk assessment tool by comparison with other ergonomic risk assessment tools. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6479. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186479>

Council NR, Division on Earth, Life Studies, Institute for Laboratory Animal Research, Committee for the Update of the Guide for the Care, & Use of Laboratory Animals. (2010). Guide for the care and use of laboratory animals. National Academies Press. https://play.google.com/store/books/details?id=VE4q-EYZPTcC&source=gbs_api

Delice, E. K., & Can, G. F. (2020). A new approach for ergonomic risk assessment integrating KEMIRA, best-worst and MCDM methods. *Soft Computing*, 24, 15093-15110. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05143-9>

Hallowell, M. R., Hinze, J. W., Baud, K. C., & Wehle, A. (2013). Proactive construction safety control: Measuring, monitoring, and responding to safety leading indicators. *Journal of construction engineering and management*, 139(10), 04013010. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000730](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000730)

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied ergonomics*, 31(2), 201-205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)

Gupta K. (2024). A Review on Ergonomic Studies for Different Industrial Setups. Volume(Vol. 8, No. 3), 77-83. *Journal of Research and Practice on the Musculoskeletal System*. https://www.jrpms.eu/articles/jrpms_v08i03_077.pdf

Karhu, O., Kansu, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied ergonomics*, 8(4), 199-201. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)

Keyserling, W. M., Stetson, D. S., Silverstein, B. A., & Brouwer, M. L. (1993). A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders. *Ergonomics*, 36(7), 807-831. <https://doi.org/10.1080/00140139308967945>

Kong, Y.K.; Han, J.G.; Kim, D.M. Development of an ergonomic checklist for the investigation of work-related lower limb disorders in farming-ALLA: Agricultural lower-limb assessment. *J. Ergon. Soc. Korea* **2010**, 29, 933–942.

Kong, Y.K.; Lee, S.J.; Lee, K.S.; Han, J.G.; Kim, D.M. Development of an ergonomic checklist for the investigation of work-related upper limb disorders in farming-AULA: Agricultural Upper-Limb Assessment. *J. Ergon. Soc. Korea* **2011**, 30, 481–489.

Lara-Lezcano, A., Pizarro-Vásquez, S., & Quiroz-flores, J. C. (2022). Dysergonomic Risk Management Model to improve welding productivity using the Nordic Questionnaire and the REBA and NIOSH methods: Case of the metal-mechanic sector in Lima, Perú. *Proceedings of*

the 3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management <http://ieomsociety.org/proceedings/2022malaysia/423.pdf>

Lasota, A. M. (2020). A new approach to ergonomic physical risk evaluation in multi-purpose workplaces. *Tehnički vjesnik*, 27(2), 467-474. <https://doi.org/10.17559/TV-20180312131319>

Lorenzini, M., Lagomarsino, M., Fortini, L., Gholami, S., & Ajoudani, A. (2023). Ergonomic human-robot collaboration in industry: A review. *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 813907. <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.813907>

Jones, T., & Kumar, S. (2007). Comparison of ergonomic risk assessments in a repetitive high-risk sawmill occupation: Saw-filer. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(9-10), 744-753. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2007.05.005>

Jones, T., & Kumar, S. (2010). Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs. *International Journal of Occupational safety and ergonomics*, 16(1), 105-111. <https://doi.org/10.1080/10803548.2010.11076834>

Madani, D., & Dababneh, A. (2016). Rapid entire body assessment: A literature review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(1), 107-118. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2016.107.118>

McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)

Motamedzade, M., Baroonyzade, Z., Golmohammadi, R., Kasraei, S., & Faradmal, J. (2021). Ergonomics assessment using LUBA method and implementation of ergonomics intervention in dentistry faculty. *Academia Letters*. <https://doi.org/10.20935/AL408> ,

Moussavi–Najarkola, S. A., & Mirzaei, R. (2012). ManTRA for the assessment of musculoskeletal risk factors associated with manual tasks in an electric factory. *Health Scope*, 1(3), 132-139.

Rocha, F. P., Teixeira, T. S. C., & de Castro Moreno, C. R. (2023). Ergonomic workplace analysis (EWA) as a model for creating an instrument to assess rest locations for truck drivers. *Revista brasileira de medicina do trabalho*, 21(1). doi: [10.47626/1679-4435-2023-817](https://doi.org/10.47626/1679-4435-2023-817)

Roman–Liu, D. (2007). Repetitive task indicator as a tool for assessment of upper limb musculoskeletal load induced by repetitive task. *Ergonomics*, 50(11), 1740-1760. <https://doi.org/10.1080/00140130701674349>

Nwachukwu F.J., Magaji A.M. (2024). Office Ergonomics Awareness and Safety Challenges in Zamfara State Tertiary Institutions. Volume(Vol. 14, No. 2), 1-12. *International Journal of Development Strategies in Humanities, Management and Social Sciences*. <https://internationalpolicybrief.org/wp-content/uploads/2024/10/ARTICLE-1-1.pdf>

Rostami, F., & Gheibi, R. (2017). The study of the effects of ergonomic interventions in a Steel Company. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*, 4(2), 34-40. doi: [10.21859/johe.4.2.34](https://doi.org/10.21859/johe.4.2.34)

Pascual, S. A., & Naqvi, S. (2008). An investigation of ergonomics analysis tools used in industry in the identification of work-related musculoskeletal disorders. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14(2), 237-245. <https://doi.org/10.1080/10803548.2008.11076755>

Salleh, K. F., Fadzil, S. M., & Daud, M. Y. M. (2020, May). Ergonomic risk assessment on welding practical work on learning process at Malaysia polytechnic diploma of engineering programme. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 864, No. 1, p. 012102). IOP Publishing. [DOI 10.1088/1757-899X/864/1/012102](https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012102)

Shwe, S. (2024). *Effect of Health & Safety and Workplace Relationship on Job Satisfaction and Performance of Employees in New Meng Sheng Shoes Factory* (Doctoral dissertation, MERAL Portal).

Tapia L.A.C.T.C., Marisol Villafuerte Suárez, Vladimir Vega Falcón, Edison Patricio Villacrés Cevallos (2021). Diseño ergonómico del puesto de trabajo de cajera en supermercado con exposición a posturas incómodas.. OpenAlex. <https://gresis.osc.int//doi/10.60692/8fcbj-r8014>

Tang, K. H. D. (2020). Abating biomechanical risks: A comparative review of ergonomic assessment tools. *Journal of Engineering Research and Reports*, 17(3), 41-51.

TDI(2024) Ergonomics Checklist for General Industry , <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresource/cklwrkstn.pdf> (Access Date: 17.11.2024)

Wijeratne, W. M. P. U., Perera, B. A. K. S., & De Silva, L. (2014). Identification and assessment risks in maintenance operations. *Built Environment Project and Asset Management*, 4(4), 384-405. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-09-2013-0041>

APPLICATIONS AND POTENTIAL RISKS OF CHATGPT IN HEALTHCARE

Imran ASLAN

Assoc.Prof., Faculty of Health Science, The Department of Health Management, Bingöl

University, Bingöl, Türkiye, imranaslan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5307-4474>

ABSTRACT

Natural language chat is a powerful tool for analysing natural language, acquiring knowledge and conversing with people. ChatGPT is an autoregressive language model capable of generating human-quality responses to natural language queries. ChatGPT uses deep learning techniques and is a member of OpenAI's family of GPT models to generate human-like responses to natural language input. ChatGPT can be used to generate responses that are appropriate and contextually relevant. This study examines the key benefits and threats of ChatGPT from literature and related research. Assisting the professionals in clinical and laboratory diagnosis, developing virtual assistants to help the patients in managing their health and helping all the medical members of the health care fraternity to know about the updates and new developments are some of the applications of ChatGPT. To ensure that the benefits of such innovations are fully realised in healthcare, the integration of AI technologies such as ChatGPT requires a balanced approach that prioritises patient safety and the accuracy of information. By improving patient engagement, streamlining administrative processes and providing accessible mental health support, ChatGPT holds great promise for transforming healthcare delivery. If it cannot distinguish between true and false information, it can be misleading, biased and dangerous in health care. Before adoption, fact-checking against bias and misinformation by human experts is necessary. Specialising and standardising assessment, appropriate oversight and regulation, and integrating large language models are needed to prevent risks. Advanced algorithms and tools will need to be developed to detect fake medical content and prevent it from spreading.

Key Words: ChatGP, Natural Language Processing (NLP), Healthcare, Artificial Intelligence, OpenAI

1. INTRODUCTION

ChatGPT is a direct product of natural language processing (NLP) for the generation of human-like responses to natural language input, and was developed by OpenAI. ChatGPT is trained on a diverse dataset using deep learning techniques. A large textual dataset is used to train generated models for a wide range of topics, including various unspecified websites, book collections and Wikipedia. ChatGPT has been developed as a question answering system (Dada et al., 2024). The integration of NLP and artificial intelligence (AI) tools, in particular ChatGPT and GPT-4, released in March 2023, which will soon be able to process images, into healthcare has emerged as a transformative force. It is reshaping patient care, medical research,

streamlining administrative tasks, improving medical education and clinical practice. Both the innovative potential and the ethical challenges associated with these technologies are highlighted in the literature on the subject. ChatGPT has been applied in medical contexts for friendly conversation, evaluating mental health dialogue systems, communicating with patients, answering medical questions, cellular biology and pharmacology (Achiam et al., 2020, Liu et al., 2024; Mirsaiedi et al., 2015).

Exploration of the applications of ChatGPT has developed quickly, demonstrating its diverse potential in several areas, particularly software engineering, higher education and medicine. The seminal work by Sohail et al. (2023) comprehensively explores ChatGPT's capabilities, particularly in software architecture contexts. Their findings suggest that ChatGPT can effectively replace a full-time human architect for architecture-centric software engineering tasks, including the automation of processes related to application programming interface (API) specification, requirements gathering, testing, and deployment (Sohail et al., 2023). The three main areas of application for ChatGPT are clinical practice, medical education and scientific research. Triaging, translating, medical research, clinical workflow, medical education, consultation and multi-modality are applications for ChatGPT. The medical research category includes scientific writing, literature reviews, research idea generation, etc. (Dada et al., 2024; Baker, 2020). In a clinical context, ChatGPT can assist in the decision-making process and provide reliable information about a disease, while in an educational environment, it can enhance the personalisation and effectiveness of medical education (Wu et al., 2024). ChatGPT has the potential to transform the way healthcare professionals interact with patients, conduct research and deliver medical education (Dave et al., 2023; Ali et al., 2023; Will ChatGPT transform healthcare?, 2023). ChatGPT can improve patient care, medical knowledge and healthcare processes, and ultimately benefit society as a whole. Furthermore, democratisation of medical education for medical students in disadvantaged regions in terms of avoidance of unwanted treatment, informed decision making, promotion of effective patient self-management, and achievement of better clinical outcomes can be realised by ChatGPT (Liu et al., 2024; Biswas, 2023; Thrall. et al., 2018).

The integration of ChatGPT into various fields, particularly education and health, has generated considerable discourse about its challenges and ethical implications. Literature shows growing concern about the impact of AI tools like ChatGPT on academic integrity and educational quality. ChatGPT lacks objectivity and scalability due to its reliance on human input. Undesirable learning can occur because of certain human biases, insensitive language and inaccuracies. In addition, the quality of the training data and the information provided by ChatGPT is crucial. It is challenging to distinguish between real and fake information fed into it, which can be misleading, biased and dangerous in healthcare (Dada et al., 2024; Rao et al., 2023). The ethical dilemmas raised by the potential of misinformation highlight the potential to mislead students through the generation of false content, particularly in settings that lack robust fact-checking mechanisms, and the potential misuse of language models, particularly when interacting with linguistic data. Privacy and data security issues also arise, with early adopters expressing concerns about protecting personal data when using AI tools (Chukwuere, 2024, Hadi Mogavi et al., 2023).

In this study, the applications and challenges of ChatGPT are searched through the existing literature and the main applications and challenges are summarised with future concerns. Some suggestions and recommendations are developed based on the current concerns.

2. NATURAL LANGUAGE PROCESSING IN HEALTHCARE

Natural language processing (NLP) is a branch of AI focusing on how computers and humans interact using natural language. NLP involves developing algorithms and models that enable machines to understand, interpret and generate meaningful and useful human speech. Key components of NLP include text analytics (extracting insights from unstructured text data), sentiment analytics (detecting emotions and opinions in text), machine translation (automatically converting text from one language to the next), speech understanding (converting spoken language to text), and information retrieval (finding relevant documents or information from large amounts of data). Text classification, question answering, speech recognition, language translation, chatbots and text generation or summarisation are applications of NLP combined with increasing hardware capabilities and the availability of massive text corpora (Dada et al., 2024; Chowdhary, 2020).

NLP has emerged as a transformative technology in the healthcare industry, enabling the effective extraction, analysis and utilisation of vast amounts of unstructured data, such as medical records, clinical notes and patient-generated content (Gérardin et al., 2023; Velupillai et al., 2015). This field has the potential to revolutionise many aspects of healthcare, from the enhancement of patient care and improvement of clinical decision making, to the support of medical research and public health initiatives (Kumar & Babu, 2018; Velupillai et al., 2015). The field of health information technology (HIT) is one of the most promising areas for the future of healthcare. Clinical documentation, patient interaction, clinical decision support, research and drug development, improving patient outcomes and quality of care, and regulatory compliance, which helps healthcare organisations ensure compliance by monitoring documentation and reporting processes, are some key areas where NLP is particularly important. As the field of NLP evolves, its applications in healthcare are becoming more prevalent. They cover a wide range of tasks, from clinical conversation systems, clinical trial matching, conversational agents, the design of annotation tools for privacy, assistance in summarising medical articles, and voice prompts. Semantic analysis is a crucial aspect of clinical NLP, as it involves the extraction of the meaning and context of the unstructured text contained in health care records. This approach has been instrumental in tasks such as automating the generation of patient problem lists, identifying accurate cohorts for research, and monitoring diseases for public health. The application of NLP in healthcare has also shown promise in areas such as named entity recognition, which can be used to identify clinically relevant entities such as diseases, symptoms, procedures and medications within clinical text (Ali et al., 2023).

Despite this rapid development, there are still a limited number of resources available in this area. A key challenge for healthcare NLP is the unique characteristics of clinical documents, which often have complex layouts and formatting that can hinder downstream NLP performance. In order to address this issue, researchers have developed techniques for the

automatic detection of the layout of clinical documents, which allows for more accurate and efficient processing of the information contained in them (Ali et al., 2023; Gérardin et al., 2023).

3. APPLICATIONS OF CHATGPT

Triaging patients to the right unit, translation, medical research, clinical workflow, medical education, consultation and multi-modality are ChatGPT applications as shown in Table 1. Scientific writing, literature reviews, research idea generation, etc. can be grouped under the category of medical research (Baker, 2020). The ability of ChatGPT to facilitate better communication between patients and providers is one of the key applications of ChatGPT in healthcare. It can help patients to articulate their symptoms and medical history in a more coherent manner, mimicking the style of a trained health care professional (Dave et al., 2023). This can lead to more accurate diagnoses and an improved relationship between the patient and the provider. It can also support the development of virtual training programmes for the delivery of medical education to students, particularly those with limited resources, thereby democratising medical knowledge. It can support medical research by efficiently analysing complex patterns in medical data and exploring drug discovery opportunities (Ali et al., 2023).

ChatGPT may help patients describe their symptoms more efficiently by restructuring the patient story into a more structured format, mimicking the style of a trained doctor/nurse. This can improve the communication experience between the patient and the doctor and facilitate a more accurate diagnosis. In addition, ChatGPT can provide personalised health recommendations and reminders, such as medication schedules or appointment reminders, which can improve patient engagement and adherence to treatment (Ali et al., 2023). It can speed up the research process by helping researchers to identify potential research topics, review the literature and summarise findings. Medical education and training is another notable application of ChatGPT in healthcare. Alanzi (2023) emphasises the effectiveness of ChatGPT in assisting healthcare professionals with diagnostic support and treatment strategies, and highlights the pivotal role of ChatGPT in teleconsultation. The study suggests that ChatGPT, particularly through its multilingual capabilities and empathic interactions, can bridge gaps in understanding, highlighting the importance of effective communication in telehealth. By automating routine tasks, ChatGPT not only streamlines the telehealth practitioner's workflow, but also enables them to focus on more complex patient care needs, improving the overall quality of healthcare. This fundamental perspective is a precedent for the understanding of the multiple applications of ChatGPT in healthcare environments. In the area of medical education, ChatGPT's potential to improve learning outcomes for healthcare students and professionals alike is highlighted through its ability to simulate differential diagnoses and provide educational resources. This scoping review contributes to a deeper understanding of the evolving role of ChatGPT in healthcare, not only by synthesising existing knowledge on its applications, but also by highlighting future research directions (Alanzi, 2023; Wu et al., 2024).

Ambiguous symptoms can lead to multiple potential diagnoses for emergency physicians. Time is of the essence as they need to rule out life-threatening conditions as quickly as possible.

ChaptGPT can help by suggesting possible causes based on the patient's history, symptoms and clinical guidelines. In addition, rare conditions or unusual presentations may not be the first to come to mind. With some recommendations, faster and more effective treatment can be given, a critical factor in the emergency department. There is a risk that the latest treatment protocols will not be included in current best practice when decisions are made under pressure. It can be very useful for junior doctors in the event that they have to deal with complex cases where there are a number of treatment options available. In addition, by providing real-time alerts on potential drug interactions, dosage errors or contraindications, potential drug-drug interactions can be identified from the patient's medical history. By explaining diagnoses, treatments and procedures in a clear and understandable way, communication between healthcare providers and patients can be improved when patients are anxious or confused about their condition and treatment plan. Furthermore, non-English speaking patients can be dealt with by communicating clearly to avoid misunderstandings. In addition, by generating clinical notes based on physician input, summarising patient histories, and even drafting discharge instructions, medical documentation can be handled with an accurate and comprehensive medical record (Esteban-Zubero, 2024).

Table 1. Applications of ChatGPT in healthcare

Application Area	Applications	References
Appointment Scheduling	Intelligently schedule, creating and even rescheduling appointments, sending order conformation, reminders for upcoming appointments.	(Alanzi , 2023 ; Baker, 2020 ; Dada et al., 2024)
Telehealth/ teleconsultation	Assisting healthcare professionals with diagnostic support and treatment strategies	(Alanzi, 2023; Liu et al., 2024; Mu & He, 2024; Thrall. Et al., 2018)
Mental Health Support	Consultations and mental health support	(Alanzi, 2023; Mu & He, 2024)
Clinical Decision Support	Analyzing complex patterns in medical data and diagnosing or predicting the illness, exploring possibilities in drug discovery.	(Ali et al., 2023; Dada et al., 2024; Esteban-Zubero, 2024; Mu & He, 2024)
Patient Support and Education	Symptom assessment and health information	(Dave et al., 2023; Liu et al., 2024; Thrall. et al., 2018)
Training and Education	Enhancing learning outcomes for healthcare students and professionals alike	(Ali et al., 2023; Liu et al., 2024; Thrall. et al., 2018; Wu et al., 2024)
Research Assistance and Innovation	Identifying potential research topics, reviewing literature, summarize findings and exploring possibilities in drug discovery	(Alanzi, 2023; Ali et al., 2023; Baker, 2020; Dada et al., 2024)
Patient Support and Engagement	Describing symptoms more effectively and personalizing health recommendations and reminders	(Ali et al., 2023; Baker, 2020 ; Dave et al., 2023; Esteban-Zubero, 2024)
Healthcare Administration/ Medical Documentation	Assisting with administrative tasks, managing appointments, sending reminders, answering common queries , automating routine administrative tasks such as billing inquiries, accurate and comprehensive medical record, summarizing patient histories, and even drafting discharge instructions	(Ali et al., 2023; Esteban-Zubero, 2024)

Language Translation	Understanding, interpreting, and generating human language in a way that is both meaningful and useful ; providing translation for patient communications	(Ali et al., 2023; Esteban-Zubero, 2024)
----------------------	---	--

Medical advice can be provided to insurance companies, medical consulting agencies and individuals. Clinical workflow can be used to make diagnostic decisions, recommend treatment and imaging procedures, and write discharge summaries, patient letters and medical notes. For breast cancer screening and breast pain, ChatGPT can provide highly accurate cancer-specific information to guide the appropriate imaging modality, such as mammogram or MRI. ChatGPT can be used to prepare patient letters, medical notes, discharge summaries, etc. A future ChatGPT Medical Professional Edition can be created to deal with any kind of medical situation (Dada et al., 2024; Baker, 2020).

There are many promising applications for ChatGPT in the health sector, improving both patient care and operational efficiencies. ChatGPT is available 24 hours a day, 7 days a week and offers instant answers to patient questions. ChatGPT can help patients understand their symptoms and guide them to see a doctor, provide accurate information about various health conditions, treatments and prevention, and help patients make informed decisions. ChatGPT can reduce the administrative burden on healthcare staff by helping to manage appointments, send reminders and answer common scheduling questions. It can facilitate follow-up care by checking in with patients after they have received treatment, collecting feedback, and providing information about the recovery process. It can support telemedicine services to facilitate initial discussions, triage patient concerns, and gather necessary medical history before a doctor sees the patient. To encourage self-care, patients can enter their symptoms and receive preliminary information or suggestions on next steps. Patient adherence to treatment plans can be improved with automated reminders and follow-up messages.

ChatGPT can provide an initial level of support for mental health by offering coping strategies and resources, while encouraging users to seek professional help if needed. ChatGPT can support the delivery of cognitive behavioural therapy (CBT) techniques, providing users with coping strategies and support, and by analysing patient data and providing evidence-based recommendations, ChatGPT can help healthcare providers make informed clinical decisions. As a training tool for healthcare providers, ChatGPT provides case studies, answers questions and simulates various medical scenarios. ChatGPT can promote a better understanding of diseases and treatments by tailoring educational materials based on individual patient needs. ChatGPT helps researchers to summarise the medical literature, identify relevant studies, and also generate hypothesis based on existing data. Across a range of health environments, ChatGPT could help overcome language barriers by providing translation for patient communications and educational materials. Automating routine administrative tasks such as inquiring about billing, verifying insurance, and explaining policies can streamline operations.

4. CHALLENGES AND ETHICAL CONSIDERATIONS

ChatGPT lacks objectivity and scalability due to its dependence on human input. Due to certain human biases, insensitive language and inaccuracies, unwanted learning may occur. There are still problems in meeting the high clinical standards. As shown in Table 2, specialisation and standardisation of scoring are needed. ChatGPT is able to customise educational materials to

meet the needs of individual patients, promoting a better understanding of conditions and therapies.

One challenge of IT is that it can be misleading, biased and dangerous in healthcare if it cannot distinguish between real and false information fed into it. Fact-checking by human experts before adoption is required (Dada et al., 2024; Rao et al., 2023). Patient privacy, algorithmic bias and the potential for over-reliance on automated systems are ethical concerns (Wu et al., 2024). Inaccurate medical advice, violation of patient privacy, creation of falsified documents or images, over-reliance on artificial general intelligence (AGI) in medical education, and perpetuation of bias are risks of ChatGPT (Liu et al., 2024). Significant risks, including the dissemination of inaccurate information, can result from reliance on ChatGPT without verification. This critical assessment of the limitations of ChatGPT highlights the need for strict oversight and validation processes, and emphasises that while ChatGPT can improve efficiency, its use must be approached with caution (Mu & He, 2024).

In the systematic review by Younis et al.(2024), the authors emphasise the role of AI in enhancing patient decision making and promoting patient-centred care. They argue that it is important to recognise the limitations of AI in providing personalised medical advice, although it can provide valuable information to patients. The paper also discusses the ethical and legal implications of artificial intelligence in medicine, in particular the accuracy of information, the risk of over-reliance on artificial intelligence and the possible erosion of human interaction in medicine. This comprehensive assessment highlights the need for a holistic approach to understanding the implications of the integration of AI tools, such as ChatGPT, into health care systems. Ethical and legal concerns, such as potential copyright infringement and medico-legal complications, also arise from the use of ChatGPT and other AI tools in healthcare (Ali et al., 2023). The potential for incorrect or out-of-date recommendations that could lead to delays or errors could have serious consequences (Esteban-Zubero, 2024).

Perpetuating biases or pre-existing biases that include racial and sexist stereotypes or biases in clinical practice, such as under-representation of marginalized communities that introduces new inequities and biases, are ethical foundations of AI. The overrepresentation of white individuals in GPT-4 may raise concerns for other ethnic groups, such as the higher incidence of sarcoidosis in African American populations (Liu et al., 2024; Mirsaiedi et al., 2015). The development of medical chatbots, which can provide health advice and mental health support, has been driven by remarkable advances in AI technology. Whilst highlighting the ability of ChatGPT to generate human-like responses through deep learning, the authors warn against the use of ChatGPT as a sole resource to make medical decisions due to the inherent inaccuracy and the possibility of misinformation. The article goes on to illustrate the dual nature of ChatGPT as both a powerful tool for improving interactions with patients and as a source of risk if it is not managed properly. Advice that is out of date or inappropriate to a patient's condition, like inappropriate diet recommendations or wrong drug doses, can lead to inaccuracy and patients being treated inappropriately or actually making their health problems worse. Failure to take into account individual patient factors, such as an in-depth understanding of patients' medical history, comorbidities and potential contraindications, can be inappropriate and potentially harmful to patients without direct access to their medical files. Misinterpretation of symptoms

or overlooking of critical information could be the cause of diagnostic errors (Pugh , Gallacher , Dhaun , 2019). The production of fake documents or images, based on machine learning algorithms, may support false claims or promote false diagnoses, inappropriate therapies, and mislead patients and health care providers. Promoting unproven treatments or potentially ineffective or even dangerous products can be dangerous and ineffective (Liao et al., 2023).

Students may attempt to learn from Artificial General Intelligence (AGI)-generated content, neglecting the development of critical skills such as learning, problem solving, and generalising from known examples to complete tasks unethically. AGI-generated content (AIGC) may misrepresent their actual knowledge and skills, leading to a diminished educational experience for these students and jeopardising patient care. Modeling results could lead to bias, reinforcing stereotypes and possibly harming specific demographics (Ferrara, 2023; Liu et al., 2024; Li et al., 2023).

Table 2. Challenges and Ethical Considerations

Ethical Considerations	Ethical Issues	References
Technology	-Data Privacy - Job Displacement - AI Bias	(Esteban-Zubero, 2024 ; Ferrara, 2023; Liu et al., 2024; Liu et al., 2024; Mirsaeidi et al., 2015; Wu et al., 2024)
Healthcare	- Informed Consent - Access to Care - End-of-Life Decisions	(Liao et al., 2023; Pugh , Gallacher , Dhaun , 2019; Wu et al., 2024)
Business	- Corporate Responsibility - Marketing Ethics - Data Security	(Liu et al., 2024; Mu & He, 2024; Wu et al., 2024)
Social Issues	- Discrimination - Cultural Sensitivity - Misinformation - Excessive reliance on automated systems - Neglecting to develop the critical skills	(Liu et al., 2024; Li et al., 2023; Ferrara, 2023; Mu & He, 2024; Wu et al., 2024)

Violations of privacy can result from the collection and use of personal information. Informed consent and data security are among the ethical considerations. Algorithms can perpetuate or reinforce existing biases, leading to certain groups getting treated unfairly. This raises questions about how to account for and ensure fairness. There are ethical concerns about the impact on workers and the economy, as automation may lead to job losses. The risks and benefits of treatments need to be understood by patients. The inability of patients to make fully informed decisions raises ethical challenges. Ethical issues of equity and justice in the distribution of treatment arise from inequalities in access to health care. Balancing patient autonomy with societal norms and values is an ethical dilemma in euthanasia and assisted suicide. Questions of justice and equity arise because social structures may perpetuate discrimination based on race, gender or other factors. The management of cultural differences is a matter of awareness

and respect, especially in diverse settings. Spreading false information challenges public discourse and trust and raises ethical concerns about responsibility in communicating.

It is important to involve those affected in decisions, to communicate clearly about practices and guidelines, to promote understanding of ethical principles among individuals and organizations, and to support measures that promote ethical standards in different areas. Businesses are challenged to balance profit motivations with ethical practices, including environmental sustainability and fair labor practices. Questions about honesty and transparency arise as misleading advertising can manipulate consumers. Companies must be mindful of the protection of customer data and the ethical implications of data breaches.

The potential breach of patient privacy leading to unauthorised access, collection and disclosure of sensitive personal information can be prevented by privacy regulations such as the US Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA), which requires the removal of re-identifying information from medical records before dissemination to maintain patient confidentiality by using data masking techniques to hide sensitive data and prevent unauthorised access (Liu et al., 2023; Office for Civil Rights, 2002). There is a need for the development of advanced algorithms and tools which will be able to detect fake medical content and prevent its dissemination. Healthcare professionals and the public need to be made aware and educated about the risks associated with fake medical content (Liao et al., 2023).

5. CONCLUSION

Human expert fact-checking must be performed before adoption. There is still a problem in meeting high clinical standards. Specialisation and standardisation of assessment is needed (Dada et al., 2024; Rao et al., 2023). Adequate supervision and regulation and integration of large language modelling is needed to avoid risk (Liu et al., 2024; Sallam et al., 2023). By enhancing patient engagement, streamlining administrative processes, and providing accessible mental health support, ChatGPT holds great promise for transforming healthcare delivery. Careful attention must be paid to ethical considerations and regulatory compliance, as technological advances increase the potential for AI to be seamlessly integrated into clinical workflows and patient care. The future of ChatGPT in healthcare is poised to create a system that is more efficient, more personalised, and more responsive, ultimately leading to better health outcomes for patients and providers alike.

As the literature evolves, it becomes increasingly clear that integrating AI technologies such as ChatGPT requires a balanced approach that prioritises patient safety and information accuracy to ensure the full benefits of such innovations are realised in healthcare. To ensure responsible and effective use in professional practice, human judgement must be integrated with AI tools. The establishment of regulatory frameworks will ensure the protection and ethical use of patient data as AI becomes more integrated into healthcare. By working together, AI developers, healthcare experts and ethicists can address complex healthcare applications and increase ChatGPT's effectiveness. Future applications may include AI assisting in diagnosing, recommending treatment and providing predictive analytics to improve patient outcomes.

REFERENCES

- Alanzi, T. M. (2023). Impact of ChatGPT on teleconsultants in healthcare: perceptions of healthcare experts in Saudi Arabia. *Journal of multidisciplinary healthcare*, 2309-2321. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S419847>
- Ali, H., Qadir, J., Alam, T., Househ, M., & Shah, Z. (2023). Revolutionizing healthcare with foundation AI models. In *Healthcare Transformation with Informatics and Artificial Intelligence* (pp. 469-470). IOS Press. <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI230533>
- Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F. L., ... & McGrew, B. (2023). Gpt-4 technical report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- Baker, A., Perov, Y., Middleton, K., Baxter, J., Mullarkey, D., Sangar, D., ... & Johri, S. (2020). A comparison of artificial intelligence and human doctors for the purpose of triage and diagnosis. *Frontiers in artificial intelligence*, 3, 543405. <https://doi.org/10.3389/frai.2020.543405>
- Biswas, S. (2023). ChatGPT and the future of medical writing. *Radiology*, 307(2), e223312. <https://doi.org/10.1148/radiol.223312>
- Chowdhary, K., & Chowdhary, K. R. (2020). Natural language processing. *Fundamentals of artificial intelligence*, 603-649. https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7_19
- Chukwuere, J. E. (2024). The use of ChatGPT in higher education: The advantages and disadvantages. *arXiv preprint arXiv:2403.19245*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.19245>
- Dave, T., Athaluri, S. A., & Singh, S. (2023). ChatGPT in medicine: an overview of its applications, advantages, limitations, future prospects, and ethical considerations. *Frontiers in artificial intelligence*, 6, 1169595. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1169595>
- Esteban-Zubero, E. (2024). The Usefulness of ChatGPT in the Emergency Department: Enhancing Decision-Making and Patient Care. *Iberoamerican Journal of Medicine*, 6(4), 105-107. <http://dx.doi.org/10.53986/ibjm.2024.0025>
- Gérardin, C., Wajsbürt, P., Dura, B., Calliger, A., Moucher, A., Tannier, X., & Bey, R. (2023). Detecting automatically the layout of clinical documents to enhance the performances of downstream natural language processing. *arXiv preprint arXiv:2305.13817*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.13817>
- Hadi Mogavi, R., Deng, C., Juho Kim, J., Zhou, P., Kwon, Y. D., Hosny Saleh Metwally, A., ... & Hui, P. (2023). Exploring User Perspectives on ChatGPT: Applications, Perceptions, and Implications for AI-Integrated Education. *arXiv e-prints*, arXiv-2305. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.13114>
- Ferrara, E. (2023). Should chatgpt be biased? challenges and risks of bias in large language models. *arXiv preprint arXiv:2304.03738*. <https://doi.org/10.5210/fm.v28i11.13346>
- Li, J., Dada, A., Puladi, B., Kleesiek, J., & Egger, J. (2024). ChatGPT in healthcare: a taxonomy and systematic review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108013. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2024.108013>

- Li, M., Enkhtur, A., Cheng, F., & Yamamoto, B. A. (2023). Ethical implications of ChatGPT in higher education: A scoping review. *arXiv preprint arXiv:2311.14378*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.14378>
- Liao, W., Liu, Z., Dai, H., Xu, S., Wu, Z., Zhang, Y., ... & Li, X. (2023). Differentiating ChatGPT-generated and human-written medical texts: quantitative study. *JMIR Medical Education*, 9(1), e48904. doi:10.2196/48904
- Liu, Z., Huang, Y., Yu, X., Zhang, L., Wu, Z., Cao, C., ... & Li, X. (2023). Deid-gpt: Zero-shot medical text de-identification by gpt-4. *arXiv preprint arXiv:2303.11032*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.11032>
- Liu, Z., Zhang, L., Wu, Z., Yu, X., Cao, C., Dai, H., ... & Liu, T. (2024). Surviving ChatGPT in healthcare. *Frontiers in Radiology*, 3, 1224682. <https://doi.org/10.3389/fradi.2023.1224682>
- Office for Civil Rights, H. H. S. (2002). Standards for privacy of individually identifiable health information. Final rule. *Federal register*, 67(157), 53181-53273.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12180470/>
- Pavan Kumar, C. S., & Dhinesh Babu, L. D. (2019). Novel text preprocessing framework for sentiment analysis. In *Smart Intelligent Computing and Applications: Proceedings of the Second International Conference on SCI 2018, Volume 2* (pp. 309-317). Springer Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-1927-3_33
- Pugh, D., Gallacher, P. J., & Dhaun, N. (2019). Management of hypertension in chronic kidney disease. *Drugs*, 79(4), 365-379. <https://doi.org/10.1007/s40265-019-1064-1>
- Rao, A., Kim, J., Kamineni, M., Pang, M., Lie, W., & Succi, M. D. (2023). Evaluating ChatGPT as an adjunct for radiologic decision-making. *MedRxiv*, 2023-02.
<https://doi.org/10.1101/2023.02.02.23285399>
- Mirsaeidi, M., Machado, R. F., Schraufnagel, D., Sweiss, N. J., & Baughman, R. P. (2015). Racial difference in sarcoidosis mortality in the United States. *Chest*, 147(2), 438-449.
<https://doi.org/10.1378/chest.14-1120>
- Mu, Y., & He, D. (2024). The Potential Applications and Challenges of ChatGPT in the Medical Field. *International Journal of General Medicine*, 817-826.
<https://doi.org/10.2147/IJGM.S456659>
- Sallam, M. (2023, March). ChatGPT utility in healthcare education, research, and practice: systematic review on the promising perspectives and valid concerns. In *Healthcare* (Vol. 11, No. 6, p. 887). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
- Sohail, S. S., Farhat, F., Himeur, Y., Nadeem, M., Madsen, D. Ø., Singh, Y., ... & Mansoor, W. (2023). Decoding ChatGPT: a taxonomy of existing research, current challenges, and possible future directions. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 101675. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101675>
- Thrall, J. H., Li, X., Li, Q., Cruz, C., Do, S., Dreyer, K., & Brink, J. (2018). Artificial intelligence and machine learning in radiology: opportunities, challenges, pitfalls, and criteria for success. *Journal of the American College of Radiology*, 15(3), 504-508.
<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.12.026>
- Younis, H. A., Eisa, T. A. E., Nasser, M., Sahib, T. M., Noor, A. A., Alyasiri, O. M., ... & Younis, H. A. (2024). A systematic review and meta-analysis of artificial intelligence tools in medicine and healthcare: applications, considerations, limitations, motivation and challenges. *Diagnostics*, 14(1), 109. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14010109>



Velupillai, S., Mowery, D., South, B. R., Kvist, M., & Dalianis, H. (2015). Recent advances in clinical natural language processing in support of semantic analysis. *Yearbook of medical informatics*, 24(01), 183-193. DOI: [10.15265/IY-2015-009](https://doi.org/10.15265/IY-2015-009)

Will ChatGPT transform healthcare?. *Nat Med* **29**, 505–506 (2023).
<https://doi.org/10.1038/s41591-023-02289-5>

Wu, J., Ma, Y., Wang, J., & Xiao, M. (2024). The Application of ChatGPT in Medicine: A Scoping Review and Bibliometric Analysis. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 1681-1692. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S463128>

IMPACTS OF EXTREMELY LOW-FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON CELL VIABILITY FOLLOWING X-RAY THERAPY

Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ¹

¹Muş Alparslan University, Faculty of Health Sciences, me.alkis@alparslan.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-3321-2873>

ABSTRACT

Ionizing radiation is a frequently used treatment for several types of cancer. The purpose of this research was to examine the impact of extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on cell death following X-ray application. Experiments were performed on two cell lines: Osteosarcoma (U2OS) and fibroblast (L929) cell lines. Cells were exposed to X-rays alone, EMF alone, and a combination of X-ray+EMF, and MTT assay was utilized for assessing cell viability. The combination of X-ray+EMF resulted in a stronger reduction in the viability of both U2OS and L929 cells than in the other groups. While X-ray alone reduced the cell viability in U2OS and L929 cells to 84.23% and 91.69%, respectively, X-ray + ELF-EMF reduced these rates to 76.97% and 85.43%. The results obtained show that, both radiation exposures affected cancerous cells more than healthy cells and the ELF-EMF field can be used after IR to strengthen the effect of IR and accelerate healing in cancer treatment.

Keywords: Electromagnetic field, X- ray radiation, In- vitro, U2OS cells.

1. INTRODUCTION

Exposure to ionizing radiation can cause irreversible damage to the human body [1]. Ionizing radiation consists of high-energy photons, which have enough energy to remove tightly bound electrons from atoms and molecules, thereby ionizing them [2]. This ionization process can disrupt the normal structure and function of cells and tissues in the body, leading to various harmful effects. One of the primary concerns with ionizing radiation is its ability to damage the DNA within cells. When radiation interacts with DNA, it can cause breaks in the DNA strands or changes in the DNA sequence [3]. It is used to destroy cancer cells by taking advantage of the above properties of ionizing radiation. However, while killing cancerous cells, it can also damage healthy cells.

Due to the growth of electrical power grids and the rising reliance on electronic gadgets, people are now being increasingly exposed to artificial electromagnetic fields (EMF) of extremely low frequency (ELF) on a daily basis. Previous research demonstrated that ELF-EMF increases apoptosis in cancer cells but does not induce measurable apoptosis in healthy cells [4]. There are contradictions in previous studies regarding the consequences of ELF-EMF exposure after X-ray application [5]. This study was conducted to clarify whether ELF-EMF enhances the cell death effect of low-dose X-ray radiation on cancerous (U2OS) and healthy (L929) cells.

2. EXPERIMENTAL

Cell lines were cultured in Dulbecco modified Eagle medium (DMEM) supplemented with 2 mM L-glutamine and 50 g/mL streptomycin and 10% fetal bovine serum (FBS, Sigma-Aldrich, USA) at 37°C in a humidified environment with 5% CO₂. In the experiment, each cell line was divided into four groups; X-ray only group (X-ray), ELF electromagnetic field only group (ELF-EMF), X-ray + ELF-EMF group (X-ray + ELF-EMF), and Control group.

Briefly, Cells were placed in 96-well plates and kept for 24 hours at 37 °C and 5% CO₂. Subsequently, X-ray and X-ray+ ELF-EMF groups were exposed to X-ray (150kV; 400 mA; 80mAs) with BMX-AR 30 (BMI, Italy) device at room temperature. Then, ELF-EMF and X-ray+ ELF-EMF groups were exposed to 0.85 mT extremely low-frequency electromagnetic field for 30 minutes. The control group was subjected to the same procedure, except EMF and X-ray. Following the applications, the cells were returned to the incubator, and cell viability was assessed using the MTT assay 24 hours later [6].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The MTT results of the X-ray, ELF-EMF, X-ray + ELF-EMF and Control groups are given in Figure 1.

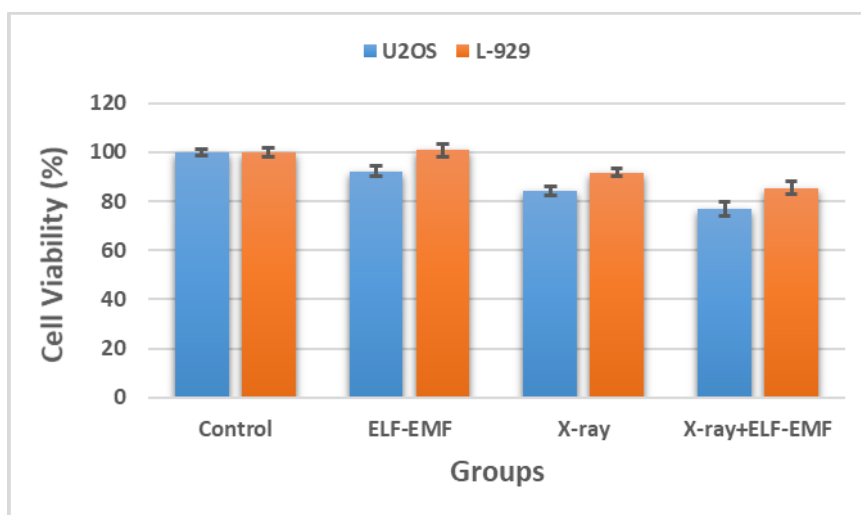


Figure 1: Percentage of cell viability in U2OS and L929 cells 24 hours after X-ray, ELF-EMF, or X-ray+EMF applications. Data are provided as mean \pm SD of four tests.

As seen in Figure 1, the combination of X-ray+EMF caused a stronger decrease in the viability of both U2OS and L929 cells. In U2OS cells, X-ray alone reduced cell viability by 84.23%, while X-ray + ELF-EMF reduced it to 76.97%. Similarly, when X-ray applied alone in L929 cells, cell viability decreased by 91.69%, while ELF-EMF applied after X-ray reduced this rate to 85.43%.

The results show that ELF-EMF exposure enhances the effect of IR in both cancerous and healthy cells. However, both radiation exposures affected cancerous cells more than healthy cells. Several research papers have indicated that the way ELF-EMF exposure interacts with different cells can vary based on cell type and ELF-EMF characteristics [7]. It is important to monitor agents that may affect the biological effects of IR, especially those used in cancer

treatment. ELF-EMF is one of these agents. It is significant in two ways: first, it has a biological effect when combined with IR as a co-carcinogen. Another important factor is the beneficial impact of combining ELF-EMF and IR in the treatment of cancer [8]. There are many publications suggesting that ELF-EMF applied after IR, as in our study, increases the cytotoxic effect of IR [8].

4. CONCLUSION

In this study, U2OS cancer cells and L929 healthy cells were first exposed to 150 kV X-ray and then to 0.85 mT ELF-EMF. This EMF potentiated the effect of IR and caused a greater decrease in cell viability in both cell lines than in the IR-only group. The results obtained show that the ELF-EMF field can be used after IR to strengthen the effect of IR and accelerate healing in cancer treatment.

REFERENCES

- [1] Almutairi, H. M., Al-Saleh, W. M., Abualsayed, M. I., & Elsafi, M. (2023). Effect of cerium (IV) oxide particle size on polydimethylsiloxane polymer to form flexible materials against ionizing radiation. *Polymers*, 15(13), 2883. <https://doi.org/10.3390/polym15132883>
- [2] Bawazeer, O., Makkawi, K., Aga, Z. B., Albakri, H., Assiri, N., Althagafy, K., & Ajlouni, A.-W. (2023). A review on using nanocomposites as shielding materials against ionizing radiation. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s43994-023-00042-9>
- [3] Gudkov, S. V., Grinberg, M. A., Sukhov, V., & Vodeneev, V. (2019). Effect of ionizing radiation on physiological and molecular processes in plants. *Journal of Environmental Radioactivity*, 202, 8–24. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.02.001>
- [4] Scarfi, M. R., Sannino, A., Perrotta, A., Sarti, M., Mesirca, P., & Bersani, F. (2005). Evaluation of genotoxic effects in human fibroblasts after intermittent exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a confirmatory study. *Radiation Research*, 164(3), 270–276. <https://doi.org/10.1667/rr3427.1>
- [5] Jian, W., Wei, Z., Zhiqiang, C., & Zheng, F. (2009). X-ray-induced apoptosis of BEL-7402 cell line enhanced by extremely low frequency electromagnetic field in vitro. *Bioelectromagnetics*, 30(2), 163–165. <https://doi.org/10.1002/bem.20461>
- [6] Alkis, M. E., Akdag, M. Z., & Kandemir, S. I. (2022). Influence of extremely low-frequency magnetic field on chemotherapy and electrochemotherapy efficacy in human

Caco-2 colon cancer cells. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 41(2), 177–183.
<https://doi.org/10.1080/15368378.2022.2046047>

- [7] Kozirowska, A., Waszkiewicz, E.M., Romerowicz-Misielak, M., Zglejc-Waszak, K., Franczak, A., 2018. Extremely low-frequency electromagnetic field (EMF) generates alterations in the synthesis and secretion of oestradiol-17 β (E2) in uterine tissues: an in vitro study. *Theriogenology* 110, 86–95.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.12.041>
- [8] Gholipour Hamedani, B., Goliaei, B., Shariatpanahi, S. P., & Nezamtaheri, M. (2022). An overview of the biological effects of extremely low frequency electromagnetic fields combined with ionizing radiation. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 172, 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2022.04.008>

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN EL BECERİSİ FARKLI GÖREV KOŞULLARI ALTINDA DEĞİŞİR Mİ?: PİLOT ÇALIŞMA

**Arş. Gör. Dr. Aybüke Cansu KALKAN¹, Fzt. İlayda GÜLEÇ², Fzt. Hilal KAYA³,
Fzt. Ecem AYDIN⁴, Dr. Öğr. Üyesi Yusuf EMÜK⁵**

¹ İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü / İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi, acansukalkan@hotmail.com - 0000-0003-1329-7870

² İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, gulecilayda78@gmail.com – 0009-0006-1492-103X

³ İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, hhilalkya@gmail.com – 0009-0008-2724-057X

⁴ İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ecemaydinim2611@gmail.com – 0009-0004-6863-8673

⁵ İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, / İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi, yusufemk@gmail.com - 0000-0002-4128-4340

ÖZET

Farklı görev koşulları altında el becerisini gerçekleştirebilme yeteneği kişilerin günlük yaşam aktivitesi performansının önemli belirleyicilerinden biridir. Araştırmamızın amacı Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü öğrencilerinde tekli ve ikili görev koşulları altında el beceri performansları arasında fark olup olmadığının belirlenmesiydi. Çalışmaya 25'i kadın, 11'i erkek olmak üzere toplam 36 öğrenci dahil edildi. Öğrencilerin yaşı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve dominant eli kaydedildi. El becerileri Purdeu Pegboard Testi kullanılarak tekli görev, bilişsel ikili görev ve motor ikili görev koşulları altında değerlendirildi. İstatistiksel analizde farklı görev koşulları altında el beceri performansları arasındaki farkın belirlenmesi için Friedman testi kullanıldı. Anlamlı fark bulunan değişkenler için Bonferroni düzeltmesi uygulandı. Öğrencilerin yaş ortancası 22,0 yıl, beden kütle indeksi ortancası 21,59 kg/m² idi. Katılımcıların %94,4'ünde sağ el dominanttı. Purdeu Pegboard Testi'nin dominant el ile kavrama, non-dominant el ile kavrama, her iki el ile kavrama ve montaj olmak üzere alt testlerin tamamında bilişsel ikili görev performansı sonuçlarının tekli görev ve motor ikili görev

performansı sonuçlarından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olduğu belirlendi ($p < 0,05$, Tablo 1). Ancak tekli görev ve motor ikili görev koşulları altında el beceri skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$). Araştırma sonuçlarımız Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü öğrencilerinde ikincil bilişsel bir görevin el beceri performansını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bilişsel ikili görevler el becerilerini azaltarak el ile ilişkili yaralanmalar için risk oluşturabilir.

Anahtar Kelimeler: el becerisi, fizyoterapi, ikili görev, öğrenci

Tablo 1. Öğrencilerin Farklı Görev Koşulları Altında El Beceri Performansları

Purdeu Pegboard Testi Alt Testleri	Tekli Görev Koşulu Ortanca (IQR 25/75)	Bilişsel İkili Görev Koşulu Ortanca (IQR 25/75)	Motor İkili Görev Koşulu Ortanca (IQR 25/75)	p
Dominant El ile Kavrama	15,67 (14,67/16,33)	14,17 (12,42/15,58)	16,33 (15,00/17,33)	<0,001*
Non-Dominant El ile Kavrama	15,00 (13,75/15,67)	14,00 (12,42/14,67)	15,17 (13,75/16,00)	<0,001*
İki El ile Kavrama	12,67 (11,75/13,58)	12,00 (11,00/13,00)	13,00 (11,75/14,00)	0,001*
Montaj	30,67 (25,67/33,33)	28,00 (24,00/32,00)	29,33 (25,67/34,67)	0,017*

*Freidman testi için $p < 0,05$, IQR: Çeyrekler arası açıklık.

Bu araştırma 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 2023/2 Dönemi içerisinde desteklenmeye hak kazanmıştır (Başvuru numarası: 1919B012325249).

DOES MANUAL DEXTERITY OF THE PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION STUDENTS CHANGE UNDER DIFFERENT TASK CONDITIONS?: A PILOT STUDY

ABSTRACT

The ability to perform manual dexterity under different task conditions is one of the important determinants of individuals' performance in activities of daily living. The aim of our study was to determine whether there is a difference between the manual dexterity performances under single and dual-task conditions in the physiotherapy and rehabilitation students. A total of 36 students, 25 females and 11 males, were included in the study. The age, height, body weight and dominant hand of the students were recorded. The manual dexterities were evaluated using the Purdue Pegboard Test under single-task, cognitive dual-task and motor dual-task conditions. In the statistical analysis, the Friedman test was used to determine the difference between manual dexterity performances under different task conditions. The Bonferroni correction was applied for variables with significant differences. The median age of the students was 22.0 years, and the median body mass index of them was 21.59 kg/m². The right hand was dominant in 94.4% of the participants. It was determined that the cognitive dual-task performance outcomes in all subtests of the Purdue Pegboard Test, including grasping with the dominant hand, grasping with the non-dominant hand, grasping with both hands and assembly, were statistically significant lower than the single-task and motor dual-task performance outcomes ($p < 0.05$, Table 1). However, no statistically significant difference was found between the manual dexterity scores under single-task and motor dual-task conditions ($p > 0.05$). Our research findings indicate that a secondary cognitive task negatively affects manual dexterity performance in physiotherapy and rehabilitation students. The cognitive dual-tasks may pose a risk to hand-related injuries by reducing manual dexterity.

Keywords: manual dexterity, physiotherapy, dual-task, student

Table 1. Manual Dexterity Performances of Students Under Different Task Conditions

Subtests of the Purdeu Pegboard Test	Single Task Median (IQR 25/75)	Cognitive Dual-Task Median (IQR 25/75)	Motor Dual-Task Median (IQR 25/75)	p
Grasping With The Dominant Hand	15.67 (14.67/16.33)	14.17 (12.42/15.58)	16.33 (15.00/17.33)	<0.001*
Grasping With The Non-dominant Hand	15.00 (13.75/15.67)	14.00 (12.42/14.67)	15.17 (13.75/16.00)	<0.001*
Grasping With Both Hands	12.67 (11.75/13.58)	12.00 (11.00/13.00)	13.00 (11.75/14.00)	0.001*
Assembly	30.67 (25.67/33.33)	28.00 (24.00/32.00)	29.33 (25.67/34.67)	0.017*

*p<0.05 for the Freidman test, IQR: Interquartile range.

THE EFFECT OF BREATHING EXERCISES ON CERTAIN PHYSIOLOGICAL PARAMETERS, SLEEP QUALITY AND VITALITY IN THE ELDERLY: RANDOMIZED CONTROLLED STUDY PROTOCOL

Res. Assist. Aysun ERDAL¹, Prof. Dr. Naile BİLGİLİ²

¹ Gazi University, Faculty of Nursing, Public Health Nursing, aysunmutlu25@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0002-8767-3982

² Gazi University, Faculty of Nursing, Public Health Nursing, nailebilgili@hotmail.com,
ORCID ID: 0000-0002-7639-0303

ABSTRACT

Significant changes occur in the respiratory system with aging, and these changes cause a decrease in exercise capacity in older people, reducing participation in physical activity and decreasing the quality of life. It is thought that teaching the correct breathing technique to elderly individuals and including breathing exercises in their daily lives will effectively minimize the negativities that may be experienced. This study was planned as a randomized controlled study to determine the effect of breathing exercises on some physiological parameters, sleep quality, and fitness in elderly individuals. This text aims to present a randomized controlled trial protocol to determine the effect of breathing exercises on some physiological parameters, sleep quality, and fitness in the elderly. The study population will consist of the elderly in an Ankara nursing home. The study will be conducted with 63 elderly (32 in the intervention group and 31 in the control group). The stratified randomization method will be used considering age and gender. The elderly in the intervention group will be given 30 min. Breathing exercise (pursed lip breathing exercise, diaphragmatic breathing exercise exercise, cough exercise) thrice a week (Tuesday, Thursday, Saturday) for 12 weeks. The control group will not receive any intervention. Data will be collected using the Descriptive Information Form, Physiologic Parameters Assessment Form, Pittsburg Sleep Quality Index, and Subjective Well-Being Scale; pulmonary function tests, cardiologic parameter measurement, and scale applications will be performed in both groups before and after exercise. Data will be analyzed using the SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 24.0 program using the number, percentage, mean, standard deviation, t-test independent groups, significance test of the difference between two pairs, and two-way analysis of variance in repeated measures. The study will be blinded regarding data/output measurement, statistical analysis, and reporting. Ethics committee and institutional permissions and written informed consent of the elderly were obtained before the study. In addition, the study is supported by the Gazi University Scientific Research Projects Unit with the code "47 / 2019-03". This research will help determine the effects of breathing exercise programs in healthy elderly individuals. The results will provide a systematic approach to including breathing exercises among the routine practices of nursing homes and the elderly in the community. The study protocol will be presented in this paper.

Keywords: Elderly, breath exercise, sleep quality, vitality, physiological changes

1. INTRODUCTION

One of the most important phenomena of the last century is the global demographic transformation. This demographic change makes it necessary to consider the physiological changes, especially with aging (Canlı & Karataş, 2018). The respiratory system is one of the systems where the most prominent physiological changes occur (Severinsen, 2010). From the age of forty, an age-related decline in pulmonary function begins and continues increasingly throughout the rest of life. With aging, vertebral mobility decreases, and as a result, the chest wall becomes stiff, and respiratory muscles begin to weaken (Navarro & Driscoll, 2017; Boltz, 2016). With age, due to the decrease in the number of alveoli, the lung bases cannot ventilate well, cilia movements slow down, and the cough reflex decreases. All these make the elderly vulnerable to respiratory system problems and infections. Respiratory infections, especially pneumonia, are one of the leading causes of death in both developed and developing countries in people aged 65 years and older (World Health Organization, 2017). These changes in the respiratory system cause a decrease in exercise capacity in the elderly, reducing participation in physical activity and decreasing quality of life (Janssens et al., 1999). In addition to these changes in the respiratory system, changes in sleep patterns and an increase in the frequency of sleep disorders occur with aging. This situation causes a decrease in the individual's fitness, reluctance, and increased stress levels (Lalley, 2013; Fini et al., 2010; Richie, 2009).

Studies show that physical activity and exercise reduce all these negative effects of aging. Studies have shown that regular exercise increases muscle strength and mass, has a positive effect on body fat distribution, improves balance, reduces the risk of hypertension, diabetes, coronary artery disease, and osteoporosis, and reduces joint pain in diseases such as rheumatoid arthritis and osteoarthritis, reduces depressive symptoms and anxiety, and as a result, contributes to prolonging life (Vogel et al., 2009; Chodzko-Zajko et al., 2019). However, not all types of exercise are suitable for all elderly individuals. It is necessary to determine the appropriate exercises for the individual by considering factors such as changes that occur with aging, existing diseases of the elderly person, medications, and personal tastes (Paterson et al., 2007).

One of the exercise types recommended for elderly individuals is breathing exercises. Respiratory exercise is a term for therapeutic methods to improve respiratory function. These methods include directing awareness to breathing and developing habits that improve breathing. Although breathing exercises are recommended for all age groups, they have some advantages for the elderly. The fact that it is easy to learn, that no unique clothing or materials are needed for its implementation, that it can be practiced individually or as a group by any person regardless of gender at any time, anywhere, and that the changes that occur with aging affect the practice very little facilitates the implementation of breathing exercises for the elderly (Tavares et al., 2017; Russo et al., 2017). In addition, many elderly are afraid to exercise at home because they are worried that they may harm themselves. Therefore, the fact that respiratory exercises can be performed sitting or lying down constitutes another application advantage for the elderly (Manini & Pahor, 2009; Sparling et al., 2015). As a result of breathing

exercise studies involving elderly in the literature, it was found that breathing at a specific frequency and amplitude alleviated clinical symptoms in elderly individuals with sleep disorders (Jansang et al., 2016). Since breathing exercises reduce the activity of the sympathetic nervous system and increase the activity of the parasympathetic nervous system, it has been found to have a positive effect on adults with anxiety, depression, panic disorder, and other stress-related mental and physical disorders (Vempati & Telles, 2002; Raghuraj & Telles, 2003).

In this direction, based on the principle of improving and protecting the health of the elderly, nurses should support the inclusion of breathing exercises in the daily life of the elderly individual by teaching the correct breathing technique to elderly individuals who do not have any health problems related to the respiratory system. Thus, it will be possible to minimize the negativities that may be experienced due to the changing lung capacity and function with age (Jansang et al., 2016). This study aimed to determine the effect of respiratory exercises on some physiological parameters, sleep quality, and fitness in the elderly.

H01: There is no difference between the lung functions of elderly individuals in the intervention and control groups.

H02: There is no difference between the cardiologic functions of elderly individuals in the respiratory exercise intervention and control groups.

H03: There is no difference between the sleep quality of elderly individuals in the respiratory exercise intervention and control groups.

H04: There is no difference between the subjective well-being of the elderly in the respiratory exercise intervention group and the control group.

METHOD

2.1. Type of Research

This study was planned as a single-center pretest-posttest, randomized controlled (parallel) experimental study.

2.2. Location and Characteristics of the Study

The research will be conducted at the 75th Year Nursing Home Elderly Care and Rehabilitation Center affiliated with the Ankara Provincial Directorate of Family and Social Policies. With a capacity of 294 people, the institution has a director and three deputy directors, ten nurses, four physiotherapists, three social workers, two psychologists, and one sociologist. Two hundred eighty-one elderly people, 191 women, and 90 men are served. The institution has 176 single rooms, 40 two-person studio apartments, and 38 care beds. Nurses provide treatment and care for elderly people in the special care unit. There is no breathing exercise program in the routine

practices of the nursing home. In addition, activities such as hobbies, music, sports, handicrafts, exhibitions and bazaars, excursions, movie days, panels, and conferences are carried out to keep the elderly active.

2.3. Population and Sample of the Study

The population of the study consisted of 294 individuals living in nursing homes. In the sampling calculation of the study, taking into account the results of similar studies in the literature with the GPower program, it was calculated that it would be sufficient to include a total of 52 individuals, with a margin of error of 0.05 and 80% test power, with 26 elderly individuals in each group. Considering that there may be losses in the process in such studies (Ping et al., 2018; Jansang et al., 2016), 20% of the minimum sample size (11 individuals) will be added to the study not to reduce the statistical power of the study. The study was planned to study 32 elderly in the intervention group and 31 in the control group.

A stratified randomization method will be used in the study. By interviewing the individuals who meet the inclusion criteria, the elderly who agreed to participate in the study and who scored over 24 points on the mini-mental test will be stratified by taking into account their age (65-74 years - 75 years and over) and gender (female-male) and then assigned to the intervention and control group by simple randomization method using the SPSS program in the computer environment.

GPower Protocol;

- Type 1 margin of error (α) = 0.05
- In effect, size calculations, pretest, and posttest values of the “FVC(L)” variable in the article were taken into consideration.
- The pretest and posttest averages of the FVC(L) variable are 3.26 and 3.46, respectively.
- The pretest-posttest standard deviations of the FVC(L) variable are 0.33 and 0.61, respectively.
- The effect size was calculated as **0.5016961** using the related mean and standard deviation values.
- The power of the test was taken as $(1-\beta) = 0.80$.
- As a result of the calculations, the **sample volume** that will provide the power of the test $(1-\beta) = 0.80$ was determined as **26 subjects in each group**.

t tests - Means: Difference between two dependent means (matched pairs)

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input: Tail(s) = One
Effect size dz = **0.5016961**
 α err prob = **0.05**
Power (1- β err prob) = **0.8**

Output: Noncentrality parameter δ = 2.558158

Critical t = 1.708141
 Df = 25
Total sample size = 26
Actual power = 0.800412

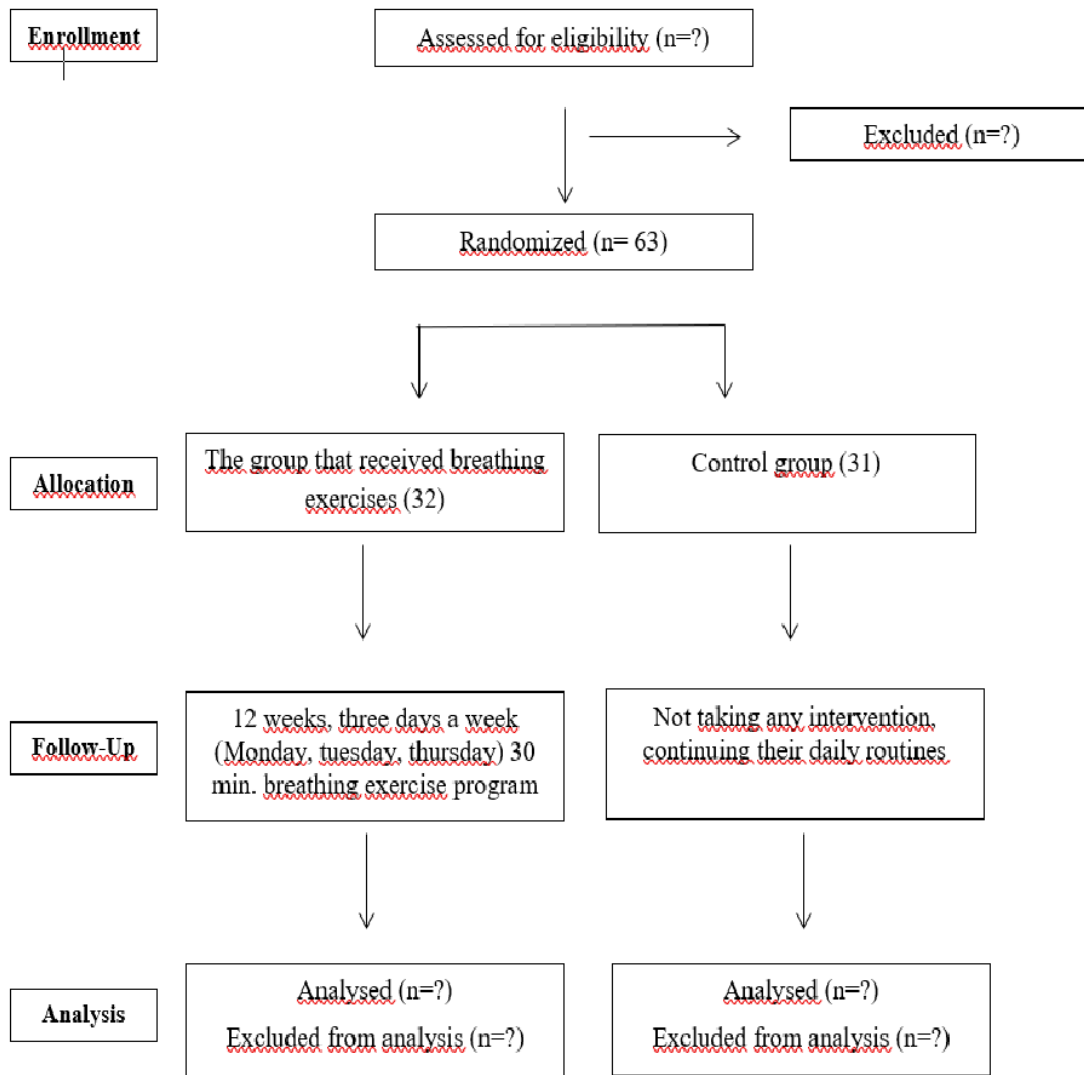


Figure 1. Consort Diagram

2.4. Inclusion Criteria

- 65 years of age or older
- Who agreed to participate in the study
- Scored 24 points or more on the Mini-Mental Test (Gürgen et al., 2002)
- No acute or chronic lung disease

- No physical/mental disability or limitation and disease that would prevent them from participating in breathing exercise (previous ear, brain, spinal cord surgery, acute retinal hemorrhage vertebral fracture and diaphragmatic rupture, hiatus or abdominal hernia, acute myocardial infarction, unstable angina pectoris, severe coronary artery disease, congestive heart failure, severe valvular heart disease, acute myocarditis, acute and unstable musculoskeletal injuries, uncontrolled systemic hypertension, severe dementia, and behavioral disorders) (National Clinical Guideline Centre. 2011; Berman et al, 2008) were included in the study. In addition, if any of these conditions occur during the exercise program, the health unit will inform the researcher, and the elderly will be asked to leave the study.

While examining the inclusion criteria, information about the health status of the elderly will be obtained from their files in the health unit of the nursing home, and the researcher will apply the mini-mental test.

2.5. Data Collection Tools

Data collection tools will include an Introductory Information Form, Physiological Parameters Assessment Form, Pittsburg Sleep Quality Index, and Subjective Well-Being Scale.

Introductory information form

The researcher created the form by reviewing the literature on the subject (Pedramrazi et al., 2015; Jansang et al., 2016). This form includes nine closed-ended questions questioning the socio-demographic characteristics, health status, and living habits of the elderly.

Pittsburg Sleep Quality Index

Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI) was developed by Buysse et al. in 1989, and its adaptation into a Turkish validity and reliability study was conducted by Ağargün et al. The sleep quality scale consists of 18 self-report questions and evaluates sleep quality in the last 4 weeks. The PSQI has seven components: subjective sleep quality, sleep latency, sleep duration, habitual sleep efficiency, sleep disturbance, sleep medication use, and daytime dysfunction, and each component is evaluated between 0-3 points. The total score varies between 0-21. A total score higher than 5 indicates poor sleep quality. The sensitivity and selectivity of the scale were found to be 89.6% and 86.5%, respectively. The scale's Cronbach α internal consistency coefficient was 0.80 in the Turkish validity and reliability study (Ağargün et al., 1996) and subsequent studies (Bilgili et al., 2012).

Subjective Well-Being Scale

The Subjective Well-Being Scale (SWS) was developed by Ryan and Frederick in 1997, and its adaptation into a Turkish validity and reliability study was conducted by Uysal et al. The SEL is a self-report-based, 7-item, 7-point Likert (1 strongly disagree-7 strongly agree) type

measurement tool. The score range in the scale varies between 7 and 49. High scores on the scale indicate that the individual has a high level of subjective well-being. The Cronbach α internal consistency coefficient of the scale is 0.87. (Uysal et al., 2014).

Physiological Parameters Assessment Form

As physiologic parameters,

- Forced Vital Capacity (FVC), Forced Air Volume Expired in the 1st Second of Forced Expiration (FEV1), FEV1 /FVC Ratio and percentages to evaluate lung functions
- It is a form in which heart rate, blood pressure, heart rate, and oxygen saturation will be recorded to evaluate cardiologic functions.

2.5. Data Collection

After obtaining ethical and institutional permissions for the implementation of the study, the elderly who meet the criteria for participation in the study (except for the mini mental test score) will be determined by contacting the nursing home. The researcher will make mini mental test measurements, and the elderly who accept to participate in the study will be determined by informing the appropriate individuals about the study. The elderly who meet the criteria and agree to participate in the study will be informed about the groups and the time and place of the exercise for the individuals in the intervention group after the pre-test measurements will be made by signing the consent forms.

The researcher and the specialist physiotherapist will perform the pre-test and post-test measurements in the physical therapy unit of the nursing home. To prevent the data from being affected by the measurements, descriptive characteristics information form, Pittsburg Sleep Quality Index, and Subjective Well-Being Scale will be applied; individuals will be allowed to rest during this period, then cardiological parameters will be evaluated, and finally, lung functions will be evaluated.

A manual sphygmomanometer and pulse oximeter will be used to assess cardiac function. The sphygmomanometer is a Perfect Aneroid type. The manometer chamber and pure spoon are nickel-plated and chrome-plated. The manometer is 48 mm in diameter, the cuff outer cloth measures 13x47 cm (+/-2 cm), the cuff outer cloth has a hook, and the cuff inner rubber hoses are double-folded, folding-resistant vulcanized rubber. Suitable for adult use. The finger pulse oximeter has arterial oxygen saturation and pulse measurement features. It provides a graphical display of pulse beats. It is suitable for all ages. The evaluation steps are as follows;

- Information is given to the individual before assessing cardiac function.
- The individual is seated where he/she can be comfortable; he/she should not have used tea, coffee, or cigarettes until 15 minutes before the measurement.
- The individual rests for 3-5 minutes (Berman, 2008).
- Heart rate is measured from the radial artery for one minute.

- Select the appropriate arm for systolic/diastolic blood pressure, relieve/remove clothing, position the arm (45° to the heart), and select the appropriate cuff (adequately wrap the arm). The brachial artery is then located, the cuff is completely deflated, the cuff's lower edge is placed 2-2.5 cm above the brachial artery's palpation, and the cuff's midpoint is placed over the brachial artery. The receiver of the stethoscope is placed on the brachial artery without touching the cuff and clothing, the earphones are placed in the ear, the cuff is inflated to 30 mmHg above the predetermined systolic blood pressure value, and then the air is released from the cuff at a rate of 2-3 mmHg/second (Berman, 2008).
- Before the oxygen saturation measurement, nail polish, especially blue, black, green, brown, brown, and red nail polish, is removed, and artificial nails are removed,
- The light source section of the pulse oximeter is placed on the fingernail and toenail,
- After 30 seconds of measurement, the device is removed from the finger (Hakverdoğlu, 2007).
- The data are recorded on the data form created by the researcher.

The evaluation of lung functions will be performed in the presence of an expert physiotherapist. The expert physiotherapist does not know the elderly in the intervention and control groups. A spirometer will be used to assess lung function. A spirometer is the primary device used in pulmonary function test laboratories. It consists of the electronic part where the measurement is made and the mouthpiece through which the patient breathes. Cosmed Pony FX - A Desktop Spirometer and disposable mouthpieces suitable for the device will be used in the study. This type of spirometer allows the test to be performed without a computer. It has an internal memory where patient information can be stored. It is used with a two-way digital turbine flowmeter. The application steps of pulmonary function test measurement are as follows;

- The older adult is informed before the spirometer is applied.
- The height and body weight of the elderly person is measured and recorded together with his/her age (Body weight and height of elderly individuals were measured with the TANITA brand scale).
- The disposable mouthpiece specific to the individual is placed in the inlet section of the device.
- The individual puts the mouthpiece in his/her mouth so that he/she covers it well with his/her lips but does not bite it with his/her teeth. It is essential that the lips close well. Otherwise, leakage occurs. This causes inaccurate measurement.
- The nose of the individual connected to the spirometer device with the help of a mouthpiece is closed with a unique latch before the measurement.
- The individual first breathes in and out calmly (4-5 times)
- After normal breathing, it takes a forced, deep, and fast breath.
- Exhalation is also done with the command to exhale quickly, forcefully, and to the end. The exhalation should last at least 6 seconds.
- This process must be repeated at least 3 times.

The test results are compared with the expected values (predicted values) previously calculated in healthy individuals of the same age, height, and gender by the software in the spirometer device and expressed as a percentage of these values (<http://www.solunum.org.tr>). The results obtained will be sent to the researcher in PDF format by the authorized company of the spirometer device within 15 days.

2.6. Implementation of Breathing Exercise

Key Features of the Breathing Exercise Program

Breathing exercises can be practiced at any time of the day. Some breathing exercises are not recommended to be practiced at night close to sleep due to their effect on sleep. It is essential to assess the physical environment in terms of environmental stimuli such as sound, heat, and light, as they affect focus during breathing exercises. No special clothing or equipment is needed during the breathing exercise. Some studies used various materials (balloons, wind vane, etc.) to make the exercise more understandable and fun (Solomen & Aaron, 2016; Ramacharaka, 2007).

Breathing exercises can be done in different ways. Below are the characteristics of the breathing exercises applied in this study (Jun et al., 2016; Berman et al., 2008).

Pursed Lip Exercise: This exercise reduces the number of breaths taken by keeping the airways open longer. It increases the amount of airflow to the lungs. To apply it, breathing in through the nose and exhaling by pursing the lips is sufficient. The exhalation should be just like blowing on a candle. The exhalation time should be extended to be twice as long as the inhalation time (Jun et al., 2016; www.toraks.org).

Diaphragmatic Breathing Exercise: Diaphragmatic breathing exercise shows its effectiveness by helping to stretch this muscle so the diaphragm can work more effectively. While sitting or lying down comfortably, one hand is placed on the chest and the other on the abdomen. When breathing through the nose, the abdomen should be felt to move outward. The activity is performed correctly if the abdomen moves more than the chest. The exercise should be repeated as often as possible throughout the day (Berman et al., 2008; www.toraks.org).

Cough Exercise: The cough exercise effectively eliminates mucus without feeling too tired. In some individuals, mucus can cause a feeling of being blocked when coughing. In a comfortable sitting position, after two normal diaphragmatic breaths in and out, the third breath is inhaled and exhaled twice with a "huh huh" sound. This breathing should be like blowing into a mirror to make the mirror evaporate. Cough exercise should be less exhausting than a traditional cough (Weymouth, 2007; www.toraks.org).

Implementation steps in the intervention group

The literature was reviewed to determine the duration of the breathing exercise to be applied to the elderly in the research intervention group. In the literature, study results show that the physiological effects of breathing exercise are seen as a result of the application of breathing exercise to elderly for an average of 12 weeks, three days a week, 30 minutes, in small groups (Solomen & Aaron, 2016; Ramacharaka, 2007; Jun et al., 2016; El Kader, 2003; Jansang et al., 2016). In the study conducted by Jun et al. (2016), breathing exercises were applied to elderly smokers three times a week. In the study conducted by El Kader (2003), a breathing exercise program was created for elderly three times a week for 20 minutes for three months. In the study by Jansang et al. (2016), a breathing exercise program consisting of diaphragmatic breathing exercises and pursed lip breathing exercises was created for the elderly for three months. Breathing exercises were planned in this study, considering the methods and recommendations of all these studies. Breathing exercises will be performed for 12 weeks, three days a week (Monday, Tuesday, Thursday), in groups of 5-6 people (2 groups of 6 people, four groups of 5 people in total six groups), between 10.00-15.30 hours, at the same time of the day for 30 minutes for each group. No special clothing or equipment will be needed during the breathing exercise. The exercise will be performed in the group activity room of the physical therapy unit, which was determined to be the most suitable area for elderly and exercise practice with the joint decision of the nursing home management and the researcher. Disruptions in exercise program participation will be compensated at the time and day jointly determined by the elderly and the researcher. Elderly who do not participate in the compensation will be excluded from the study. The researcher will provide the wind vane to be used during the exercise. All types of breathing exercises will be taught to elderly on the first day of the application and will be shown again before the application by the researcher throughout the application. Dizziness may occur during breathing exercises (Brown & Gerbarg, 2012). The elderly will be reminded of this situation before each application, and if they experience dizziness, they will be asked to pause the exercise for a short time and wait for the dizziness to pass. The way the breathing exercise program is implemented is as follows;

I. Pursed Lip Breathing Exercise (using a weather vane)

- The individual is seated in a position and with clothes in which they feel comfortable,
- First, breathe slowly through the nose,
- Lips pursed as if whistling,
- The weather vane is held at mouth level at a distance of 25 cm,
- The breath is released slowly and for a longer duration (at least twice as long as the inhalation) by blowing through the pursed lips into the weather vane,
- Force must be exerted to make the breath come out,
- This process is continued until the breath is stopped,
- Take a break for 30 seconds and then repeat the process (Total 10 minutes)
- Take a break for 2 minutes (Brown & Gerbarg, 2012).

II. Diaphragmatic breathing exercise

- Place the active hand on the abdomen and the other hand on the chest,
- Slowly breathe in through the nose,
- The abdomen is filled with air, and the hand rises,
- The rib cage should rise less than the abdomen,
- Then exhale slowly through the mouth,
- Take a break for 30 seconds and complete the process (Total 10 minutes),
- Take a break for 2 minutes (Brown & Gerbarg, 2012).

III. Cough exercise

- Breathe deeply through the nose,
- After the chest is fully expanded, exhale through the mouth,
- Repeat this process 2 times,
- For the third time, take a deep breath and hold it for 2 seconds,
- Then exhale through the mouth, making the sound "huh huh" twice,
- 30 seconds pause,
- This process is repeated (10 minutes) (Brown & Gerbarg, 2012).

Application steps in the control group

No respiratory exercise was applied to the elderly in the control group. Individuals continued their daily lives.

In the study, blinding between participants and the exercise practitioner will not be performed. However, blinding is planned to measure pulmonary function tests, statistical analysis, and reporting.

2.7. Variables of the Study

The study's dependent variables were pulmonary function test results, systolic/diastolic pressure, heart rate, and oxygen saturation, score on the Pittsburg Sleep Quality Index, and score on the Subjective Well-Being Scale. The independent variable is the respiratory exercise program.

2.8. Evaluation of Data

Data will be evaluated using the SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 24.0 program. Frequency, percentage values, mean, and standard deviation will be used for descriptive statistics. The chi-square test will be used for categorical comparisons. Whether the Pittsburg Sleep Quality Index score, Subjective Well-being Scale score, pulmonary function test results, systolic/diastolic pressure, heart rate, and oxygen saturation values change between the intervention and control groups before and after the respiratory exercise will be evaluated with the significance test of the difference between two pairs, the intra-group change will be

evaluated with the t-test independent groups, and the change of the groups over time will be evaluated with the two-way analysis of variance in repeated measures. The significance level will be taken as $p < 0.05$. Cohen's d value will determine the effect size. In general, if the d value is less than 0.2, the effect size is defined as weak; if it is 0.5, it is defined as moderate, and if it is more significant than 0.8, it is defined as strong (Cohen, 1988; Kılıç, 2014). In evaluating the two-way analysis of variance, partial eta square (η^2) will be used as the effect size. Generally, the effect size is weak if the η^2 value is less than 0.01, moderate if it is 0.060, and strong if it is more significant than 0.140 (Cohen, 1988). To prevent bias in the data evaluation, the data recorded in the database will be analyzed by a statistical expert independent of the researcher. The data will be sent to the statistician by coding the groups as "Group 1" and "Group 2" without specifying the names of the intervention and control groups.

2.9. Ethical Aspects of the Study

For the ethical evaluation of the research, the approval of the ethics commission was obtained by applying to the Gazi University Ethics Commission (Date: 21/12/2018, Number: 97926801-605.01-E.168844), and institutional permission was obtained from the Provincial Directorate of Family, Labor and Social Services (Date: 03/01/2019, Number: 9495828663-605.01-E.992621). The elderly who will participate in the study will be informed about the purpose of the research and the applications to be performed before the study, and written consent will be obtained from the individuals who volunteered to participate. In addition, permission will be obtained from elderly and institutional administrators to take photographs during the exercise practice.

3. CONCLUSION

This text is a protocol of a randomized controlled trial to determine the effect of breathing exercise on some physiological parameters, sleep quality, and fitness in elderly. This research aims to increase knowledge and awareness about the impact of the regular implementation of the breathing exercise program on essential health parameters such as sleep, lung health, and blood pressure and to provide a systematic approach to breathing exercise-based interventions, especially in elderly living in nursing homes who do not have any limitations and diseases to apply breathing exercise. It is thought to meet the international call for "3 healthy individuals" from the sustainable development goals. In addition, it has been declared by the United Nations as the "Decade of Healthy Aging (2021-2030)," and all kinds of initiatives in line with sustainable development goals are supported to improve the lives of older, their families, and the society they live in.

REFERENCES

Ağargün, M.Y., Kara, H. ve Anlar, O. (1996). Validity and reliability of the Pittsburgh sleep quality index. *Turkish Journal of Psychiatry*, 7, 107-15.

- Berman. A., Snyder. S. and Kozier. B. (2008). Kozier & Erbís Fundamentals of nursing. Concepts, process, and practice, 8th ed., St. Louis, 551-558.
- Bilgili, N., Kitiş, Y., Sultan, A. (2012). Assessment of loneliness, quality of sleep and affecting factors in elders. Turkish Journal of Geriatrics, 15(1).
- Boltz, M., Capezuti, E., Fulmer, T. T. and Zwicker, D. (Eds.). (2016). Evidence-based geriatric nursing protocols for best practice. Springer Publishing Company.
- Brown, R., Gerbarg, P. (2012). The healing power of the breath: Simple techniques to reduce stress and anxiety, enhance concentration, and balance your emotions. Shambhala Publications.,43-87
- Canlı, S., Karataş, N. (2018). A public health nursing approach for the elderly: "physical activity counseling". Ankara Health Services Journal, 17(2), 36-45.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J. and Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, 41(7), 1510-1530.
- El Kader, S. M. A. (2003). Aerobic exercise training and incentive spirometry can control age-related pulmonary changes in elderly subjects. Bulletin of Faculty of Physical Therapy Cairo University, 8(2).
- Fini, A. A. S., Kavousian, J., Beigy, A. and Emami, M. (2010). Subjective vitality and its anticipating variables on students. Procedia Social and Behavioral Sciences, 5, 150–156.
- Güngen, C., Ertan, T., Eker, E., Yaşar, R. ve Engin, F. (2002). Validity and reliability of the standardized mini mental test in the diagnosis of mild dementia in a Turkish population. Turkish Journal of Psychiatry, 13, 273-281.
- Hakverdoğlu, G.(2007). Use of pulse oximeter in the evaluation of oxygen saturation. C.U. Journal of School of Nursing, 11(3).
- Jansang, S., Mickleborough, T. and Suksom, D. (2016). Effects of pursed-lip breathing exercise using windmill toy on lung function and respiratory muscle strength in the elderly. Journal of The Medical Association of Thailand, 99(9), 1046.
- Janssens, J. P., Pache, J. C. and Nicod, L. P. (1999). Physiological changes in respiratory function associated with aging. European Respiratory Journal, 13(1), 197-205.
- Jun, H. J., Kim, K. J., Nam, K. W. and Kim, C. H. (2016). Effects of breathing exercises on lung capacity and muscle activities of elderly smokers. Journal of Physical Therapy Science, 28(6), 1681-1685.
- Kılıç, S. (2014). Effect size. Journal of Mood Disorders, 4(1), 44-6.

- Lalley, P. M. (2013). The aging respiratory system—pulmonary structure, function, and neural control. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 187(3), 199-210.
- Manini, T. M., Pahor, M. (2009). Physical activity and maintaining physical function in older adults. *British Journal of Sports Medicine*, 43(1), 28-31.
- National Clinical Guideline Centre. (2011). Hypertension: the clinical management of primary hypertension in adults. Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0047679/pdf>. Son Erişim Tarihi: 15.07.2018.
- Navarro, S. and Driscoll, B. (2017). Regeneration of the aging lung: a mini-review. *Gerontology*, 63(3), 270-280.
- Pedramrazi, S., Khezri, Y. H., Nejati, S. and Kazemnejad, A. (2015). Determining the effect of controlled breathing on sleep quality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nursing Practice Today*, 2(2), 69-75.
- Paterson, D. H., Jones, G. R., Rice, C. L. (2007). Aging and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(S2E), S69-S108.
- Ping, K. F., Narayanan, P., Keong, N. K. and Heong, A. A. (2018). The impact of music-guided deep breathing exercises on blood pressure control participant blinded randomized controlled study. *Med Journal Malaysia*, 73(4), 233.
- Raghuraj, P., and Telles, S. (2003). Effect of yoga-based and forced uni nostril breathing on the autonomic nervous system. *Percept. Motor Skills*, 96, 79–80.
- Ramacharaka, Y. (2007). *Science of Breath*. Cosimo, Inc. pp 8-12, Web: https://books.google.com.tr/books?id=4ZGjp6RiGoC&printsec=frontcover&hl=tr&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false, Son Erişim Tarihi: 21.06.2018.
- Respiratory Rehabilitation (2013). Web: <http://www.toraks.org.tr/halk/pdfs/solunumsal-rehabilitasyon.pdf>, Last Accessed: 01.07.2018.
- Richie, S. (2009). Programming through the dimensions of wellness. *Functional U Exercise and Activity for Healthy Aging*, 7(4), 1-9.
- Ryan, R. M. and Frederick C. (1997). On energy, personality, and health: Subjective vitality as a dynamic reflection of well-being. *Journal of Personality*, 65(3), 529–565.
- Russo, M. A., Santarelli, D. M. and O'Rourke, D. (2017). The physiological effects of slow breathing in a healthy human. *Breathe*, 13(4), 298-309.
- Severinsen, S. A. (2010). *Breatheology the art of conscious breathing* (1. Edition) Publisher Blue Consult, 13-17.

Sparling, P. B., Howard, B. J., Dunstan, D. W., Owen, N. (2015). Recommendations for physical activity in older adults. *British Medical Journal*, 350, h100.

Solomen, S., Aaron, P. (2016). Breathing techniques -25 different types of breathing techniques were reviewed. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2015, 2(2), 237-241

Tavares, B. S., de Paula Vidigal, G., Garner, D. M., Raimundo, R. D., de Abreu, L. C., Valenti, V. I. E. (2017). Effects of guided breath exercise on the complex behavior of heart rate dynamics. *Clinical Physiology and Functional İmaging*, 37(6), 622-629.

Top 10 causes of death. (2017). World Health Organization. Web: http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/, Son Erişim Tarihi: 20.08.2018.

Uysal, R., Sariçam, H. ve Akın, A. (2014). Psychometric properties of the Turkish form of the subjective well-being scale. *Journal of social sciences and humanities research*, (33), 136-146.

Weymouth, W. B. (2007). Breathing interventions in psychology: An overview of the theoretical and empirical literature. Web: <https://commons.pacificu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.com.tr/&httpsredir=1&article=1060&context=spp>, Son Erişim Tarihi: 28.06.2018.

Vempati, R. P., Telles, S. (2002). Yoga-based guided relaxation reduces sympathetic activity judged from baseline levels. *Psychol. Rep.* 90(1), 487–494.

Vogel, T., Brechat, P. H., Leprêtre, P. M., Kaltenbach, G., Berthel, M. and Lonsdorfer, J. (2009). Health benefits of physical activity in older patients: a review. *International Journal of Clinical Practice*, 63(2), 303-320.

KADINLARDA BESLENME EĞİTİMİNİN PİŞİRME VE YİYECEK HAZIRLAMA BİLGİ DÜZEYİ İLE ALIŞKANLIKLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Arş. Gör. Dr. YELİZ VERGİ¹, Arş. Gör. Dr. GÜL EDA KILINÇ², Prof. Dr. ALEV KESER³

¹MERSİN ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Fakültesi, yelizvergi@mersin.edu.tr - 0000-0002-3358-3332

²ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Fakültesi, guleda.kilinc@omu.edu.tr -0000-0002-9068-3081

³ANKARA ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Fakültesi, akeser@ankara.edu.tr - 0000-0003-2620-6747

ÖZET

Amaç: Toplumda besinlerin hazırlanması, pişirilmesi ve saklanması ile ilgili olarak genellikle kadınlar ilgilenmektedir. Beslenme açısından önemli olan yiyeceklerin hazırlanması, pişirilmesi ve muhafaza etme yöntemleri hijyenik bir mutfakta doğru yöntemler kullanılarak yapılmalıdır. Doğru yöntemler uygulanmadığı takdirde besin değerlerinde kayıplar ve mikrobiyolojik riskler oluşacaktır. Bu çalışmada kadınlarda beslenme eğitiminin pişirme ve yiyecek hazırlama bilgi düzeyi ile alışkanlıkları üzerine etkisi incelenmiştir.

Yöntem: Araştırma 19-64 yaşlarında 200 kadın bireyle yürütülmüştür. Katılımcılara sağlıklı beslenme ile pişirme ve yiyecek hazırlama bilgileri konusunda eğitim verilmiştir. Eğitim öncesi ve sonrasında katılımcılara ait sosyodemografik özellikler, beslenme alışkanlıkları, pişirme ve yiyecek hazırlama bilgileri ve antropometrik ölçümler değerlendirilmiştir. Veriler SPSS 27 paket programı ile analiz edilmiş ve $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular: Çalışmanın örneklem grubunu, 19-64 yaş arası 175 kadın birey oluşturmaktadır. Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması 47.0 ± 10.8 yıl olarak belirlenmiştir. Bireylerin ana ve ara öğün tüketme durumlarına sırasıyla bakıldığında; %1.1'inin bir, %60.6'sının iki ve %38.3'ünün üç ana öğün tükettiği saptanmıştır. Kalça çevresi dışında yaş gruplarına göre anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca verilen eğitim ile “sebzeleri pişirmeden önce uygulanan hazırlama işlemi”, “makarnayı pişirirken uygulanan yöntem”, “pirinç pilavı pişirirken uygulanan yöntem”, “yemeklere soda ekleme”, “donmuş et, tavuk ve balığı pişirmeden önce uygulanan çözdürme işlemi”, “etleri pişirme sırasında uygulanan pişirme yöntemi” ve “muhallebi gibi sütlü tatlılara şeker ekleme zamanı” konularında eğitim öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde doğru bilginin öğrenildiği saptanmıştır ($p<0.05$).

Sonuç: Beslenme eğitiminin sağlığın korunması ve geliştirilmesi için gerekli olduğu ve kadınlara verilen eğitimlerle toplum sağlığına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, beslenme eğitimi, pişirme ve yiyecek hazırlama, vücut bileşimi

THE EFFECT OF NUTRITION EDUCATION IN WOMEN ON THEIR COOKING AND FOOD PREPARATION KNOWLEDGE LEVEL AND HABITS

ABSTRACT

Background: In society, women are generally involved in the preparation, cooking and storage of food. The preparation, cooking and storage methods of foods that are important for nutrition should be done using the right methods in a hygienic kitchen. If the right methods are not applied, there will be losses in nutritional values and microbiological risks. In this study, the effect of nutrition education on the level of cooking and food preparation knowledge and habits in women was examined.

Methods: The study was conducted with 200 female individuals aged 19-64. The participants were trained on healthy nutrition, cooking and food preparation information. The sociodemographic characteristics, nutritional habits, cooking and food preparation information and anthropometric measurements of the participants were evaluated before and after the training. The data were analyzed with the SPSS 27 package program and $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: The sample group of the study consisted of 175 female individuals aged 19-64. The average age of the individuals participating in the study was determined as 47.0 ± 10.8 years. When the main and snack consumption status of the individuals were examined respectively; It was determined that 1.1% of the participants consumed one, 60.6% consumed two and 38.3% consumed three main meals. Significant results were obtained according to age groups except for hip circumference ($p < 0.05$). In addition, it was determined that with the training provided, statistically significant correct information was learned in the subjects of “preparation process applied before cooking vegetables”, “method applied when cooking pasta”, “method applied when cooking rice pilaf”, “adding soda to meals”, “thawing process applied before cooking frozen meat, chicken and fish”, “cooking method applied when cooking meat” and “time of adding sugar to milk desserts such as pudding” compared to the pre-training period ($p < 0.05$).

Conclusions: It is thought that nutrition education is necessary for the protection and development of health and that the training given to women will contribute to public health.

Keywords: Nutrition, nutrition education, cooking and food preparation, body composition

1.GİRİŞ

Besinler, insanlar tarafından beslenme ve lezzet ihtiyaçlarını karşılamak için doğal hâlde veya çeşitli işlemlerden geçirilerek tüketilen organik maddelerdir. Pişirme işlemi ise besinlere belirli amaçlar doğrultusunda kontrollü bir şekilde ısı uygulanmasıdır (Albuquerque ve ark., 2022; Obuz ve ark., 2002). Beslenme ve pişirme, bu yönden birbirinden ayrılmayan iki unsurdur. Pişirme, besin maddelerinin vücut tarafından daha kolay sindirilmesi ve emilmesi için gereklidir. Ayrıca, pişirme, besinlerdeki zararlı mikroorganizmaları öldürmekte, besinlere renk,

tat ve lezzet katmaktadır. Doğru pişirme teknikleri, besin değerlerinin korunmasına yardımcı olurken, yanlış pişirme besin kayıplarına yol açabilir (Yong ve ark., 2019).

Gelişen pişirme teknolojileri, farklı pişirme yöntemlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Kewuyemi ve ark., 2022). Ancak, uygun olmayan pişirme yöntemleri besin kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Kimyasal reaksiyonlar nedeniyle bazı besin öğeleri kaybolabilmekte ve istenmeyen bileşikler (akrilamid gibi) oluşabilmektedir. Bu nedenle, besinlerin doğru şekilde pişirilmesi, besin kaybını engellemek ve istenmeyen sonuçları önlemek için büyük önem taşımaktadır. (Palermo ve ark., 2014; Pekcan ve ark., 2017).

Sebzeler, hazırlama ve pişirme sırasında besin ve ekonomik değeri yönünden en çok kayba uğrayan besin grubudur. Yapılan en önemli hatalardan birisi sebzelerin kesildikten sonra yıkanmaları işlemidir (Topçu ve ark., 2023; Fabbri ve Crosby, 2016). Taze sebzeler (pazı, ıspanak ve benzeri yeşil yapraklı) önce yıkanmalı, ayıklanmalı, sonra doğranmalıdır. Sebzeleri doğradıktan sonra yıkamak, suda eriyen C ve B grubu vitaminlerinin kaybına neden olmaktadır (Baysal, 2002; Gelaye, 2023).

Kuru baklagil ve tahıllarda, hazırlanma ve pişirme süreçlerinde B vitamini, sıcaklık, pH ve ısı ile azalmaktadır. Bu kaybın engellenmesi için, kuru baklagillerin oda ısısındaki suda ıslatılması, pişirirken yeteri kadar su eklenmesi ve pişirme süresinin kısa tutulması önerilmektedir (Topçu, 2001; Fabbri ve Crosby, 2016).

Süt grubunda yüksek sıcaklıklarda pişirme, süt proteinlerinin ve laktozun birleşerek "melanoidin" adlı biyopolimerleri oluşturmaya yol açmaktadır. Bu reaksiyon, Maillard reaksiyonu olarak bilinmekte ve kahverengi pigmentlerin oluşumuna neden olmaktadır. Aynı zamanda bu süreç, sütün protein değerinin düşmesine yol açabilmektedir. Melanoidlerin oluşumunda proteinlerin serbest amino grupları ile laktozun aldehit gruplarının birleşmesi önemli bir rol oynamaktadır. Yüksek sıcaklıkta pişirme ve sütün pH seviyesinin, bu reaksiyonun hızını artırdığı bilinmektedir (Shen ve ark., 2019; Kumar ve ark., 2018).

Sebze ve meyvelere kaynatma, buharda pişirme, kızartma gibi pişirme uygulamalarının yapılması, fonksiyonel özelliklerini ve besinlerin öğelerini etkilemekte, ısıl işlemler fitokimyasalların ile antioksidanların faydalı özelliklerinin azalmasına neden olmaktadır. Ancak uygun pişirme yöntemleri ile bu biyolojik özellikler korunabilmektedir (Putriani ve ark., 2022; Anju ve ark., 2024).

Et ve et ürünlerinde, pişirme yöntemleri sonucunda oluşan heterosiklik aminler (HA), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), furan, N-nitrozo bileşikler, glikasyon son ürünleri (AGE), akrilamid, ve trans yağ asitleri bireylerin sağlığını tehlikeye maruz bırakabilmektedir (Keleş, 2021). Etlerin yüksek sıcaklık derecesinde pişirilmesi protein ve vitamin değerlerini azaltmakta ve sağlık yönünden risk oluşturacak tehlikeli kimyasalların oluşumunu hızlandırmaktadır. Etlerin mangalda ızgara ve yağda kızartma yöntemi ile yapılması sonucu oluşan polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) ve heterosiklik amin (HA) bu istenmeyen kimyasal etmenlerdendir. Kızartılarak pişirilen etlerin sağlığa bir diğer etkisi ise, fazla miktarda yağ alımına neden olmasıdır. Sağlık açısından önerilen haşlama yöntemi pişirme sırasında oluşan

kayıpların ve zararlı maddelerin meydana gelmesinin önlenmesinde de etkilidir (Babür, 2015; Çakmak Demircigil, 2011).

Besinlerin hazırlanması ve pişirilmesi için uygulanan işlemler; vücut ağırlık durumunu, diyet kalitesini ve yiyecek hazırlama sırasında oluşan karsinojen maddelerin hastalık oluşturma riskini de etkilemektedir (Raber ve ark., 2016). Özellikle obezitenin dünya çapında prevalansı giderek artan önemli sağlık sorunlarından biri olması nedeniyle pişirme ve yiyecek hazırlama becerilerini artırma önem kazanmaktadır. Bu beceriler, obeziteyi önleme ve azaltma kapsamında uygulanan politika ve stratejilerde daha fazla yer almaktadır (McGowan ve ark., 2016; Lavelle ve ark., 2016).

Dünya genelinde birçok toplumda olduğu gibi özellikle yemek hazırlama ve pişirme işlemi kadına özgü bir davranış olarak değerlendirilmekte, kadının bu konulardaki bilgi ve davranışları da ailenin beslenme alışkanlıklarını doğrudan etkileyebilmektedir. Kadının beslenme konusunda etkin rolü nedeniyle bu konuya ayırdığı zaman ve verdiği önem bireylerin ve toplumların sağlığını, sosyal, fiziksel ve mental yapısını etkilemektedir (Ayaz ve Bilici, 2007). Beslenme bilgisi, diyet önerileri ve standartlarını uygulama ile geliştirme noktasında yetersiz kalıp, sadece sağlıklı bir beslenme ile beslenme düzeninin nasıl olabileceğine ilişkin bilgi sağlamaktadır. Bu bilginin uygulanabilmesi için pişirme ve yiyecek hazırlama bilgi ve becerileri de gerekmektedir (Keleş, 2021; Ternier, 2010). Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kadınlarda beslenme eğitiminin pişirme ve yiyecek hazırlama bilgi düzeyi ile alışkanlıkları üzerine etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu araştırma, Ankara ilinde, Altındağ Belediyesi Kadınlar Eğitim ve Kültür Merkezindeki 19-64 yaş arası 175 kadın birey ile yürütülmüştür. Araştırma verilerini elde etmeden önce kadınların tümüne çalışmaya yönelik bilgi verilmiş ve katılmaya gönüllü olan kadınlar araştırmaya dahil edilmiştir. Yaşları 19-64 yıl arasında olmayan, okuryazar olmayan ve sorulara doğru yanıt verecek şekilde bilişsel işlevlere sahip olmayan bireylerden veri toplanmamıştır. Araştırma evreninin belirlenmesinde etki büyüklüğü 0.5, anlamlılık düzeyi 0.05 ve 0.90 güç hesabı ile 200 kadın bireyin yeterli olduğu bulunmuştur. Araştırma Mart-Haziran 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş olup Ankara Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 410952 sayılı karar nolu etik kurul onayı alınmıştır.

2.2. Araştırmanın Genel Planı ve Verilerin Toplanması

Yüz yüze görüşme tekniği ile araştırmacılar tarafından hazırlanan anket formu sosyodemografik özellikler, beslenme alışkanlıkları, pişirme ve yiyecek hazırlama bilgileri, olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. Çalışma verileri yüz yüze anket yöntemi uygulanarak toplanmıştır. Ayrıca antropometrik ölçümlerden bel (cm), kalça (cm) ve boyun çevresi (cm) esnemeyen bir mezur ile, boy uzunluğu (cm) stadiometre ile araştırmacılar tarafından kurallara uygun olarak ölçülmüştür (Kyle ve ark., 2004). Elde edilen verilerden bel (cm)/ kalça (cm) hesaplaması ile bel kalça oranı elde edilmiştir. Bel kalça oranı kadınlarda <80 cm olanlar

metabolik sağlık açısından duşuk riskli, 0.81-0.84 cm olanlar orta riskli ve $\geq 0,85$ olanlar yüksek riskli olarak değerlendirilmiştir (Organization, 2011). Bireylerin Beden Kütle İndeksi (BKİ) (kg/m^2) değerleri vücut ağırlıkları (kg) ve boy uzunlukları (m) ile [Vücut Ağırlığı (kg)/Boy Uzunluęu² (m^2)] formülüne göre belirlenmiş olup Dünya Sağlık rgt (WHO) sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir (Organization, 2020).

2.3. Eğitim içeriği

Çalışma kapsamında katılımcılara sağlıklı beslenme ile doğru pişirme ve yiyecek hazırlama teknikleri konusunda detaylı bir eğitim verilmiştir. Eğitimin etkinliğini değerlendirmek amacıyla eğitim öncesi ve sonrasında katılımcılara beslenme, pişirme ve yiyecek hazırlamaya yönelik bilgi düzeylerini sorgulayan anket formu uygulanmıştır. Çalışma sonuçları uzman diyetisyen araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir.

2.4. İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikleri yapılan analizlerde nitel değişkenler yüzde (%) ve sayı (S) şeklinde, nicel değişkenler ise ortalama ve standart sapma (SD) şeklinde belirtilmiştir. Nicel verilerin normal dağılma durumu Kolmogrov-Simirnov testi ile incelenmiştir. Veri analizinde üç ve üzeri grubun karşılaştırmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Kategorik verilerin analizi için ki kare testi kullanılmıştır. Veriler SPSS 27.0 (Statistical package for social sciences) istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Analizlerde $p \leq 0.05$ değeri istatistiksel anlamlı düzey olarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmaya 19-64 yaş arası, tamamı kadın 175 kişi katılmıştır. Bireylerin yaş, medeni durumu, eğitim durumu, meslek, aylık gelir durumu, kiminle ve hanede kaç kişi yaşadığı, sigara ve alkol tüketim durumları izelge 1’de gösterilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 47.0 ± 10.8 yıl olarak belirlenmiştir. Bireylerin eğitim durumlarına bakıldığında; %1.7’sinin okur-yazar olmadığı, %38.3’ünün ilkokul mezunu, %10.9’unun ortaokul mezunu, %27.4’ünün lise mezunu, %20.6’sının lisans mezunu, %1.1’inin ise lisansüstü mezunu olduğu saptanmıştır. Bireylerin medeni durumlarına bakıldığında; %15.4’ünün bekar, %84.6’sının evli olduğu belirlenmiştir. Bireylerin meslekleri incelendiğinde ise; %2.3’ünün ğrenci, %1.7’sinin serbest meslek, %2.9’unun memur, %9.1’inin işçi, %5.7’sinin emekli, %66.3’ünün ev hanımı, %9.1’inin çalışmadığı ve %2.9’unun da diğer meslek grupları seçeneğini işaretlediği belirlenmiştir. Bireylerin aylık gelir durumlarına bakıldığında; %9.7’sinin 2020 TL’nin altında, %33.7’sinin 2021-4000 TL arasında, aynı şekilde %33.7’sinin 4001-6000 TL arasında, %10.9’unun 6001-8000 TL arasında ve %12’sinin ise 8000 TL’nin üstünde olduğu saptanmıştır. Bireylerin kiminle birlikte yaşadığı incelendiğinde; %92.6’sının ailesi ile, %3.4’ünün evde yalnız, katılımcılardan hiçbirinin evde arkadaşları ile yaşamadığı ve %4’ünün diğer seçeneğini işaretlediği saptanmıştır. Hanede yaşayan toplam kişi sayısına bakıldığında; %4.6’sının tek, %17.7’sinin iki, %26.9’unun , %28’inin dört, %22.9’unun beş ve daha fazla kişi ile yaşadığı belirlenmiştir. Bireylerin sigara içme durumları incelendiğinde ise; %75.4’ünün hiç imedeği, %8’inin bıraktığı, %16.6’sının halen içmekte olduğu belirlenmiştir. Alkol tüketim durumlarına bakıldığında; %1.7’sinin alkol tükettiği, %98.3’ünün alkol tkemediği saptanmıştır.

Çizelge 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcılar(n=175)		
	n	%
Yaş(yıl) ($\bar{X}\pm SS$)	47.0 \pm 10.8	
Eğitim durumu		
Okuryazar değil	3	1.7
İlkokul	67	38.3
Ortaokul	19	10.9
Lise	48	27.4
Üniversite	36	20.6
Lisansüstü(Y.lisans-doktora)	2	1.1
Medeni durum		
Evli	148	84.6
Bekar	27	15.4
Meslek		
Öğrenci	4	2.3
Serbest meslek	3	1.7
Memur	5	2.9
İşçi	16	9.1
Emekli	10	5.7
Ev hanımı	106	66.3
Çalışmıyor	16	9.1
Diğer	5	2.9
Aylık gelir durumu		
2020 TL'nin altı	17	9.7
2021-4000 TL	59	33.7
4001-6000 TL	59	33.7
6001-8000 TL	19	10.9
8000 TL'nin üstünde	21	12.0
Yaşanılan yer		
Aile ile	162	92.6
Evde yalnız	6	3.4
Evde arkadaşlar ile	0	0
Diğer	7	4
Hanede yaşayan toplam kişi sayısı		
Bir	8	4.6
İki	31	17.7
Üç	47	26.9
Dört	49	28
Beş ve daha fazla	40	22.9
Sigara kullanma durumu		
Hiç içmemiş	132	75.4
Bırakmış	14	8

Halen içiyor	29	16.6
Alkol kullanma durumu		
Evet	3	1.7
Hayır	172	98.3

Çalışmaya katılan bireylerin beslenme alışkanlıkları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bireylerin ana ve ara öğün tüketme durumlarına sırasıyla bakıldığında; %1.1’inin bir, %60.6’sının iki ve %38.3’ünün üç ana öğün tükettiği saptanmıştır. Bireylerin %12’sinin ara öğün yapmadığı, %31.4’ünün bir, %41.7’sinin iki, %10.9’unun üç ve %4’ünün 3’ten fazla ara öğün tükettiği saptanmıştır. Bireylerin ana ve ara öğün atlama durumlarına sırasıyla bakıldığında; %33.7’sinin ana öğün atladığı, %36’sının ana öğün atlamadığı ve %30.3’ünün ise bazen ana öğün atladığı saptanmıştır. Bireylerin %48.6’sının ara öğün atladığı, %19.4’ünün ara öğün atlamadığı ve %32’sinin ise bazen ara öğün atladığı belirlenmiştir. Atlanan ana öğünlere bakıldığı zaman; %12.6’sının sabah, %52.6’sının öğle, %1.7’sinin akşam öğünlerini atladıkları saptanmıştır. Bireylerin ana öğün atlama nedenleri sırasıyla incelendiğinde ise; %33.1’i canı istemediği için, %16.6’sı zaman bulamadığı için, %10.9’u zayıflamak için, %2.3’ü aklına gelmediği için, %2.3’ü üşendiği için, %2.3’ü diğer nedenlerden dolayı ana öğün atladıklarını belirtmişlerdir. %37.7’sinin canı istemediği için, %16.6’sı zaman bulamadığı için, %11.4’ü zayıflamak için, %9.1’i aklına gelmediği için, %3.4’ü üşendiği için, %2.9’u diğer nedenlerden dolayı ara öğün atladıklarını belirtmişlerdir. Bireylerin beslenme durumlarına dikkat etmeleri incelendiğinde; %34.3’ünün beslenmesine dikkat ettiği, %27.4’ünün dikkat etmediği, %28.6’sının bazen dikkat ettiği ve %9.7’sinin hiçbir fikri olmadığı saptanmıştır. Bireylerin evde düzenli olarak yedikleri ana öğünlere bakıldığı zaman; %10.9’unun kahvaltısı, %1.1’inin öğle yemeğini, %13.1’inin akşam yemeğini, %17.7’sinin bütün öğünleri, %56.6’sının sadece kahvaltı ve akşamı, %0.6’sının ise sadece öğle ve akşam yemeklerini evde yedikleri saptanmıştır. Akşamları dışarıda yemek yeme sıklıkları incelendiğinde ise; bireylerden hiçbirinin her gün dışarıda yemek yemediği, %5.7’sinin haftada 1-2 gün, %2.3’ünün haftada 3-4 gün, %0.6’sının haftada 5-6 gün, %40.6’sının ayda 1-2 gün, %30.9’unun ayda 3’ten fazla dışarıda yemek yediği ve %20’sinin hiçbir zaman dışarıda yemek yemediği saptanmıştır. Bireylerin fastfood yeme alışkanlıkları incelendiği zaman; %24’ünün fastfood yediği, %76’sının yemediği saptanmıştır. Fastfood tüketen bireylerin yeme sıklıkları incelendiğinde; %1.1’i her gün, %4’ü haftada 1 gün, %5.7’si haftada 2-3 gün, %1.7’si haftada 5-6 gün %12.6’sı ayda 1 gün yediklerini belirtmiştir. Yemek yeme hızları incelendiğinde ise; %4.6’sının çok yavaş, %10.3’ünün yavaş, %52’sinin orta, %28’inin hızlı ve %5.1’inin çok hızlı yediği saptanmıştır.

Çizelge 2. Katılımcıların Beslenme Alışkanlıkları

Katılımcılar(n=175)		
	S	%
Ana öğün sayısı		
Sıfır	0	0
Bir	2	1.1
İki	106	60.6

Üç	67	38.3
Ara öğün sayısı		
Sıfır	21	12
Bir	55	31.4
İki	73	41.7
Üç	19	10.9
3'ten fazla	7	4
Ana öğün atlama		
Evet	59	33.7
Hayır	63	36
Bazen	53	30.3
Atlanan öğün		
Sabah	22	12.6
Öğle	92	52.6
Akşam	3	1.7
Atlamıyor	58	33.1
Ana öğün atlama nedeni		
Canı istemediği için	58	33.1
Zaman bulamadığı için	29	16.6
Zayıflamak için	19	10.9
Aklına gelmediği için	4	2.3
Üşendiği için	4	2.3
Atlamıyor	57	32.6
Diğer	4	2.3
Ara öğün atlama		
Evet	85	48.6
Hayır	34	19.4
Bazen	56	32
Ara öğün atlama nedeni		
Canı istemediği için	66	37.7
Zaman bulamadığı için	29	16.6
Zayıflamak için	20	11.4
Aklına gelmediği için	16	9.1
Üşendiği için	6	3.4
Atlamıyor	33	18.9
Diğer	5	2.9
Beslenme durumuna dikkat etme		
Evet	60	34.3
Hayır	48	27.4
Bazen	50	28.6

Hiçbir fikrim yok	17	9.7
Evde düzenli olarak yenilen ana öğünler		
Kahvaltı	19	10.9
Öğle yemeği	2	1.1
Akşam yemeği	23	13.1
Kahvaltı-öğle-akşam	31	17.7
Kahvaltı-akşam	99	56.6
Öğle-akşam	1	0.6
Akşamları dışarıda yemek yeme sıklığı		
Her gün	0	0
Haftada 1-2 gün	10	5.7
Haftada 3-4 gün	4	2.3
Haftada 5-6 gün	1	0.6
Ayda 1-2	71	40.6
Ayda 3'ten fazla	54	30.9
Hiçbir zaman	31	20
Fastfood yeme alışkanlığı		
Evet	42	24
Hayır	133	76
Fastfood yeme sıklığı		
Her gün	2	1.1
Haftada 1 gün	7	4
Haftada 2-3 gün	10	5.7
Haftada 5-6 gün	3	1.7
Ayda 1 gün	44	12.6
Yemiyor	131	74.9
Yemek yeme hızı		
Çok yavaş	8	4.6
Yavaş	18	10.3
Orta	91	52
Hızlı	49	28
Çok hızlı	9	5.1

Bireylerin yaş gruplarına göre antropometrik ölçümlerinin istatistikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Kalça çevresi dışında yaş gruplarına göre anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 3. Katılımcıların Yaş Gruplarına Göre Antropometrik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

	Yaş	$\bar{X} \pm SS$	p	Fark saptanan gruplar
Vücut ağırlığı (kg)	19-25	72.1±8.1	0.047	19-25 ile 46-64
	26-35	72.4±15.05		
	36-45	76.2±14.1		

	46-64	79.7±14.08		
Bel çevresi (cm)	19-25	85.5±14.1	<0.001	26-35 ile 46-64
	26-35	88.8±14.4		
	36-45	91.05±10.3		
	46-64	97.6±13.2		
Kalça çevresi (cm)	19-25	106±7.5	0.067	-
	26-35	107.6±11.6		
	36-45	110.2±10.6		
	46-64	113.02±11.3		
Bel / kalça oranı	19-25	0.80±0.1	0.020	26-35 ile 46-64
	26-35	0.80±0.6		
	36-45	0.84±0.1		
	46-64	0.85±0.8		
Boyun çevresi (cm)	19-25	33.4±0.54	0.001	26-35 ile 46-64
	26-35	33.9±2.3		
	36-45	34.8±2.1		
	46-64	35.7±2.6		
BKİ (kg/m²)	19-25	28.1±3.2	0.001	26-35 ile 36-45
	26-35	27.2±5.3		26-35 ile 46-64
	36-45	30.9±6.0		
	46-64	31.7±5.8		

Çalışma kapsamında bireylerin besleme bilgi düzeyleri açısından eğitim öncesi ve eğitim sonrası uygulanan anketlere göre dağılımları Çizelge 4’te yer almaktadır. Bireyler “kuru baklagil ve makarnanın pişirme suları atıldığında vitamin kaybı olur mu?” sorusu açısından eğitim öncesi ve eğitim sonrası anketlere göre değerlendirildiğinde; eğitim öncesinde evet diyenler %75.4, eğitim sonrası evet diyenler %99.4 olarak saptanmıştır. Eğitim öncesinde hayır diyenler %24.6, eğitim sonrası hayır diyenler %0.6 olarak saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bireylerin eğitim öncesi makarnayı pişirirken uyguladıkları yöntem incelendiğinde; %2.9’unun makarna pişirmediğini, %56’sının suda haşladıktan sonra suyunu dökerek pişirdiğini, %37.7’inin az suda suyunu çektirerek pişirdiğini ve %3.4’ünün önce kavurur, suyunu çektirerek pişirdiği saptanmıştır. Eğitim sonrası ise; katılımcıların %0.6’sının makarna pişirmediğini, %1.9’unun suda haşladıktan sonra suyunu dökerek pişirdiğini, %85.1’inin az suda suyunu çektirerek pişirdiğini ve %3.4’ünün önce kavurur, suyunu çektirerek pişirdiği saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bireylerin eğitim öncesi pirinç pilavı pişirirken uyguladıkları yöntemler incelendiğinde; %7,4’ünün kaynamış suya atarak pişirdiğini, %27,4’ünün yağda kavurarak pişirdiğini, %60’ının ıslatır, suyunu döker, kavurarak pişirdiğini ve %5.1’inin ıslatır, suyunu dökerek pişirdiği saptanmıştır. Eğitim sonrası ise; katılımcıların %42.9’unun kaynamış suya atarak pişirdiğini, %14.3’ünün yağda kavurarak pişirdiğini, %25.1’inin ıslatır, suyunu döker, kavurarak pişirdiğini ve %17.7’inin ıslatır, suyunu dökerek pişirdiği saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bireylerin eğitim öncesi haşlanmış sebze ve makarnanın haşlama suyunu farklı yemeklerde kullanma durumu incelendiğinde,

katılımcıların %27.4'ünün kullandığı, %72.6'sının kullanmadığı saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların % 82.9'unun haşlanmış sebze ve makarnanın haşlama suyunu farklı yemeklerde kullandığı, %17.1'inin kullanmadığı saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bireylerin eğitim öncesi yemeklere soda ekleme durumu incelendiğinde, katılımcıların % 9.1'inin eklediği, %90.9'unun eklemediği saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların %5.7'sinin yemeklere soda eklediği, %94.3'ünün eklemediği saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bireylerin eğitim öncesi donmuş et çözündürme işlemi incelendiğinde; %45.7'sinin dolapta bir alt göze indirerek, %30.9'unun dışarıda bekleterek ve %9.1'inin ambalajını açıp soğuk suya atarak çözdürdüğü saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların %78.3'ünün dolapta bir alt göze indirerek, %4'ünün dışarıda bekleterek ve %13.1'inin ambalajını açıp soğuk suya atarak çözdürdüğü saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bireylerin eğitim öncesi etleri pişirme sırasında uyguladıkları pişirme yöntemleri incelendiğinde; katılımcıların %15.4'ünün haşlama, %8.6'sının kızartma ve %1.7'sinin buğulama yöntemleri kullandığı saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların %14.9'unun haşlama, %1.1'inin kızartma ve %1.7'sinin buğulama yöntemleri kullandığı saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bireylerin eğitim öncesi kızartma yağlarını kullanım sıklığı incelendiğinde; katılımcıların %22.3'ünün 1 kez, %47.4'ünün 2 kez, %22.3'ünün 3 kez ve %8'inin 4 kez ve daha üzeri kullandığı saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların %14.3'ünün 1 kez, %84.6'sının 2 kez, %1.1'inin 3 kez ve hiç kimsenin 4 kez ve daha üzeri kullandığı saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bireylerin eğitim öncesi kapağı bombe yapmış konserve bir yiyeceği kullanma durumu incelendiğinde; katılımcıların %7.4'ünün kullandığı ve %92.6'sının kullanmadığı saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların %6.3'ünün kullandığı ve %93.7'sinin kullanmadığı saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bireylerin eğitim öncesi sütlü tatlılara şeker ekleme zamanı incelendiğinde; katılımcıların %35.4'ünün kaynamaya başlamadan önce eklediğini, %40'ının kaynama aşamasında, %24.6'sının ateşten indirileceği zaman eklediği saptanmıştır. Eğitim sonrası ise katılımcıların %1.7'inin kaynamaya başlamadan önce eklediği, %6.9'unun kaynama aşamasında, %91.4'ünün ateşten indirileceği zaman eklediği saptanmıştır. Aradaki bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4. Katılımcıların Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Beslenme Bilgi Düzeyleri

Sorular	Eğitim öncesi		Eğitim sonrası		p
	S	%	S	%	
Kurubaklagil ve makarnanın pişirme suları atıldığında vitamin kaybı olur mu?					
Evet	132	75.4	174	99.4	0.567
Hayır	43	24.6	1	0.6	
Yeşil yapraklı sebzeler uzun süre suda bekletildiğinde vitamin kaybı olur mu?					

Evet	114	65.1	167	95.4	0.549
Hayır	61	34.9	8	4.6	
Sebzeleri pişirmeden önce uygulanan hazırlama işlemi					
Ayıklar, doğrar, yıkar	40	22.9	21	12	0.014
Yıkar, ayıklar, doğrar	26	14.9	30	17.1	
Ayıklar, yıkar, doğrar	108	61.7	124	70.9	
Dikkat etmez	1	0.6	0	0	
Sebzeleri pişirirken uygulanan yöntem					
Haşlar, suyunu döker, sonra pişirir	14	8	6	3.4	0.971
Kendi suyunda veya az suda pişirir	102	58.3	158	90.3	
Yağda kavurur, az suda pişirir	55	31.4	10	5.7	
Bol suda pişirir	4	2.3	1	0.6	
Makarnayı pişirirken uygulanan yöntem					
Pişirmez	5	2.9	1	0.6	0.001
Suda haşlar, suyunu döker pişirir	98	56	19	1.9	
Az suda suyunu çektirerek pişirir	66	37.7	149	85.1	
Önce kavurur, suyunu çektirerek pişirir	6	3.4	6	3.4	
Pirinç pilavı pişirirken uygulanan yöntem					
Kaynamış suya atarak pişirir	13	7.4	75	42.9	0.038
Yağda kavurarak pişirir	48	27.4	25	14.3	
Islatır, suyunu döker, kavurarak pişirir	105	60	44	25.1	
Islatır, suyunu dökerek pişirir	9	5.1	31	17.7	
Bulgur pilavını pişirirken uygulanan yöntem					
Kaynamış suya atarak pişirir	17	9.7	88	50.3	0.057
Yağda kavurarak pişirir	68	38.9	33	18.9	
Islatır, suyunu döker, kavurarak pişirir	80	45.7	32	18.3	
Islatır, suyunu dökerek pişirir	10	5.7	22	12.6	
Kurubaklagil pişirirken uygulanan yöntem					

Suda ıslatır, haşlar suyunu dökerek pişirir	74	42.3	19	10.9	
Suda ıslatır, haşlar suyunu dökmeden pişirir	41	23.4	111	63.4	
Suda ıslatır, suyunu döker, haşlamadan pişirir	49	28	41	23.4	
Islatmadan, haşlamadan direk pişirir	2	1.1	2	1.1	0.647
Islatmadan haşlar, suyunu dökmeden direk pişirir	3	1.7	2	1.1	
Islatmadan haşlar, suyunu döker pişirir	6	3.4	0	0	
Haşlanmış sebze ve makarnanın haşlama suyunu farklı yemeklerde kullanma					
Evet	48	27.4	145	82.9	
Hayır	127	72.6	30	17.1	0.080
Yemeklere soda ekleme					
Evet	16	9.1	10	5.7	
Hayır	159	90.9	165	94.3	0.026
Donmuş et, tavuk ve balığı pişirmeden önce uygulanan çözdürme işlemi					
Ambalajını açıp soğuk suya atarak	16	9.1	23	13.1	
Sıcak suya atarak	9	5.1	3	1.7	
Dolapta bir alt göze indirerek	80	45.7	137	78.3	
Dışarıda bekleterek	54	30.9	7	4	<0.001
Günlük tükettiği için dondurulmuş kullanmıyor	4	2.3	4	2.3	
Çözdürmeden pişirir	12	6.9	1	0.6	
Etleri pişirme sırasında uygulanan pişirme yöntemi					
Izgara	4	2.3	7	4	
Haşlama	27	15.4	26	14.9	
Kızartma	15	8.6	2	1.1	
Buğulama	3	1.7	3	1.7	0.005
Fırında	3	1.7	6	3.4	
Hepsi	8	4.6	1	0.6	

Izgara-haşlama	6	3.4	3	1.7	
Izgara-kızartma	2	1.1	2	1.1	
Izgara-fırında	3	1.7	1	0.6	
Izgara-haşlama-kızartma	9	5.1	0	0	
Izgara-haşlama-buğulama	2	1.1	15	8.6	
Izgara-haşlama-fırında	30	17.1	33	18.9	
Izgara-kızartma-buğulama	1	0.6	0	0	
Izgara-kızartma-fırında	19	7.4	0	0	
Izgara-buğulama-fırında	1	0.6	5	2.9	
Haşlama-kızartma	11	6.3	0	0	
Haşlama-buğulama	1	0.6	8	4.6	
Haşlama-fırında	8	4.6	15	8.6	
Haşlama-kızartma-buğulama	1	0.6	4	2.3	
Haşlama-kızartma-fırında	19	10.9	2	1.1	
Haşlama-buğulama-fırında	5	2.9	40	22.9	
Kızartma-buğulama	1	0.6	1	0.6	
Kızartma-fırında	1	0.6	0	0	
Buğulama-fırında	1	0.6	1	0.6	
Kızartma yağlarını kullanma sıklığı					
1 kez	39	22.3	25	14.3	
2 kez	83	47.4	148	84.6	
3 kez	39	22.3	2	1.1	0.085
4 kez ve daha üzeri	14	8	0	0	
Kapağı bombe yapmış konserve bir yiyeceği kullanma					
Evet	13	7.4	11	6.3	0.717
Hayır	162	92.6	164	93.7	

Muhallebi gibi sütlü tatlılara şeker ekleme zamanı

Kaynamaya başlamadan önce	62	35.4	3	1.7	
Kaynama aşamasında	70	40	12	6.9	0.005
Ateşten indirileceği zaman	43	24.6	160	91.4	

4. TARTIŞMA

Kadınlarda beslenme eğitiminin pişirme ve yiyecek hazırlama bilgi düzeyi ile alışkanlıkları üzerine etkisinin incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmanın örneklem grubunu 19-64 yaş aralığındaki 175 kadın oluşturmaktadır. Katılımcıların yaş ortalaması 47.0 ± 10.8 yıl olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Ana ve ara öğün tüketimi incelendiğinde, kadınların %1.1'inin bir, %60.6'sının iki ve %38.3'ünün üç ana öğün tükettiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Yaş gruplarına göre kalça çevresi dışında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 3). Eğitim sonrası, “sebzelerin pişirilmeden önce hazırlık işlemleri,” “makarna ve pirinç pilavı pişirme yöntemleri,” “yemeklere soda ekleme,” “donmuş et, tavuk ve balığın pişirilmeden önce çözülme süreci,” “etlerin pişirme yöntemi” ve “sütlü tatlılara şeker ekleme zamanı” gibi konularda bilgi düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4).

Türkiye Nüfus Sağlığı Araştırması (TNSA-2018) verilerine göre, kadın nüfusunun yalnızca %26,0'sının lise ve üzeri düzeyde eğitim aldığı, buna karşın %74,0'lık bir kısmının lise altı düzeyde eğitim gördüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmada ilkökul mezunu bireylerin oranı ise %38,3 ile yüksek olmasına rağmen genel verilere bakıldığında Türkiye ortalamasına göre eğitim düzeyi yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). Türkiye'de yapılan bir araştırmaya göre, kadınların %66,0'ı evlidir (TNSA-2018). Benzer olarak yapılan bir diğer çalışmada da evli olanların oranı (%75.0) daha daha yüksek bulunmuştur (Ayaz ve Bilici, 2007). Bu çalışmada kadınların evlilik oranı, yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermekte olup yüksek oranda (84,6) saptanmıştır (Çizelge 1). Yapılan bir çalışmada kadınların çoğunluğunun ev hanımı olduğu tespit edilmiştir (Derin ve ark., 2016). Bu çalışmada da benzer olarak kadınların büyük bir çoğunluğunu (%66,3) ev hanımları oluşturmaktadır. Aktif olarak çalışan kadınların oranı ise oldukça düşüktür (Çizelge 1). Bu çalışmaya katılan bireylerin eğitim seviyesinin ülke ortalamasına göre daha yüksek olması, seçilmiş örneklemin eğitim durumu açısından daha iyi bir seviyede olduğunu göstermektedir. Ancak çalışan kadın oranının az olması kadınların iş gücüne katılımında hala önemli sınırlamalar bulunduğunu göstermektedir. Evlilik oranının da yüksek olması bölgesel ve sosyokültürel farklılıkların evlilik durumuna etkisini vurgulamaktadır, katılımcıların yer aldığı bölgenin sosyoekonomik durumunun da buna etkisi olduğu söylenebilir.

Öğün atlama, beslenme düzenini bozarak, bireylerin ihtiyaç duyduğu besinleri yeterince almasına engel olabilmektedir. Düzenli beslenmeme sonucunda, temel besin öğelerinden yoksun kalınarak, bireylerde beslenme eksikliklerine yol açabilmektedir (Bhadra ve Deb, 2020; Paoli ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada katılımcıların düzenli öğün tükettikleri,

çoğunluğunun günde iki ana tüketiminin yanı sıra ara öğün alışkanlığına da sahip olduğu bildirilmiştir (Sezgin, 2021). Bir diğer çalışmada ise en çok atlanmayan ana öğünün akşam öğünü olduğu saptanmıştır (Çalış, 2005). Bu çalışmada da benzer şekilde kadınlar en çok iki ara öğün tükettiği ve akşam öğünlerini en az atladıkları bulunmuştur (Çizelge 2). Bu verilerden yola çıkarak belirli düzenli beslenme öğünlerinin olması katılımcıların beslenme bilincine sahip olduğunu gösterebilir.

Son dönemlerde bireylerin yemek hazırlama ve pişirme ile ilgili bilgi düzeylerinin vücut ağırlığı üzerinde etkisi olabileceği belirtilmiştir (Condrasky ve Hegler, 2010; Wolfson ve ark., 2020; Mills ve ark., 2020). Yapılan bir çalışmada fazla kilolu ve obez kadınların oranı, normal vücut ağırlığına sahip ve zayıf bireylere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çalış, 2005). Bir diğer çalışmada da yaşlara göre kadın katılımcıların antropometrik sonuçlarına bakıldığında vücut ağırlığı ve bel çevresinde yaş grupları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (Çalış ve ark., 2021). Bu çalışmada da benzer şekilde vücut ağırlığı ve bel çevresinde yaş gruplarına göre önemli düzeyde farklılık elde edilmiş olup ayrıca her yaş aralığında olan katılımcıların BKİ'si fazla kilolu ve obez aralığında bulunmuş ve yaş ilerledikçe yaş grupları arasında anlamlı farklılık görülmüştür (Çizelge 3). Her yaş aralığının büyük çoğunluğunun fazla kilolu veya obez aralığında olması bununla birlikte diğer antropometrik ölçümlerle de değerlendirildiğinde yaşa bağlı olarak vücut yapısının değişim gösterdiğini ve vücut ağırlığı kontrolüne önem verilmesi gerektiği söylenebilir.

Toplumdaki kültürel değişiklikler ve farklı inançlar, kadınları olumsuz yönde etkileyerek yanlış beslenme uygulamalarına neden olabilmektedir. Besinlerin hazırlanması ve pişirilmesi sırasında yapılan hatalı uygulamalar da besin değeri kaybını artırmaktadır (Çiftçi ve Şeker, 2021). Yapılan bir çalışmada sebzeleri pişirmeden önce uygulanan hazırlama işlemlerini ayıklama, yıkama ve doğrama aşamaları şeklinde gerçekleştirenlerin oranının oldukça az olduğu görülmüştür (Onur ve ark., 2017). Bu çalışmada beslenme eğitimi sonrası bu konuda yapılan doğru işlem aşamalarının oranı eğitim öncesine göre anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Sebzeler ayıklanmadan yıkama ve doğrama işlemi yapıldığında yararlı vitaminler suya geçmekte ve doğrama işlemi ile de ışık ve hava temasına daha açık hale gelerek besinsel kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle sebzeler için bu uygulama sırasına dikkat edilmelidir. Yapılan bir çalışmada katılımcıların %41,8'i makarnayı suyunu çektirerek pişirdiklerini %54,6'sı ise haşlayıp suyunu döktüklerini bildirmişlerdir (Çiloğlu, 2021). Benzer yapılan bir diğer çalışmada kadınların %49.6'sının aynı şekilde bol suda pişirerek ve sonrasında haşlama suyunu döktükleri yanlış uygulama yaptıkları görülmüştür (Derin ve ark., 2016). Bu çalışmada eğitim öncesi bol suda haşlama ve suyunu dökme uygulamasının yaygınlığı görülürken eğitim sonrası doğru yöntem olan suyunu çektirerek pişirme oranında anlamlı bir artış görülmüştür (Çizelge 4). Yapılan çalışmalara göre, makarnayı haşlayıp suyunu dökme işlemi genellikle uygulanmaktadır. Ancak bu durum haşlama ile suya geçen B grubu vitaminlerinin kaybına neden olmaktadır. Bunun yerine, suyu çektirme yöntemiyle pişirilen makarnanın besin değeri daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Combs ve McClung, 2016; Lee ve ark., 2018). Dolayısıyla, makarna pişirirken en uygun yöntem, suyunun tamamen çekilerek pişirilmesidir. Pilav yapımında pirinci yağda kavurmak besin değerini azaltmaktadır. Ayrıca kavrulmuş pirincin tanelerinde kalan yağdan dolayı enerji içeriği haşlanmış pirincinkinden daha

fazla olmaktadır. Yapılan bir çalışmada doğru uygulama olan suya atma işlemini yapanların oranı az bildirilmiştir (Koçak, 2012). Bu çalışmada eğitim öncesi yanlış yöntem olan pirinci ıslatıp, suyunu dökerek ve kavurarak pişirme oranı fazla olmasına rağmen eğitim sonrası doğru uygulama olan kaynamış suya atarak pişirme işleminde anlamlı olarak artma gözlemlenmiştir (Çizelge 4). Sert sular kuru baklagillerin pişmesini güçleştirdiğinden pişirmeyi kolaylaştırmak için eklenen sodanın B vitaminlerinin bazılarının kaybına yol açtığı söylenirse de, yapılan bazı deneyler, ıslatma suyuna eklenen % 0.5'lik (5 su bardağı suya 1.5 silme tatlı kaşığı) NaHCO_3 'in (Sodyum bikarbonat) pişme süresini kısalttığını, fakat besin değerini etkilemediğini göstermekte ancak bu konuda çelişkili sonuçlar olduğu için kullanılmamasına yönelik yatkınlık daha fazladır (Abdel-Aleem ve ark., 2019; Huma, ve ark., 2008). Yapılan bir çalışmada katılımcıların önemli bir kısmının kurubaklagil pişirirken soda eklemedikleri saptanmıştır (Çiloğlu, 2021). Benzer yapılan bir diğer çalışmada kadınların sadece %10.7'sinin kuru baklagil ve sebze pişirirken soda kullandığı görülmüştür (Derin ve ark., 2016). Bu çalışmada önceki çalışmaları destekler şekilde eğitim öncesi soda kullanmadan yemek yapma oranı oldukça fazla çıkmıştır ve bu oran eğitim sonrasında da anlamlı bir şekilde artmıştır (Çizelge 4). Doğru uygulamayı yapan kişilerin oranının fazla olması bu konuda beslenme durumu ve sağlık anlamında olumlu bir davranış modeline sahip oldukları çıkarımına varılabilir. Besin ürünlerde en fazla kayıp, çözünme sırasında meydana gelmektedir. Çözdürülecek besinin oda sıcaklığında uzun süre kalması, mikroorganizmaların üremesine zemin hazırlamakta olup, buzdolabının alt rafında çözdürülmesi doğru bir işlemdir (Derin ve ark., 2016). Yapılan bir çalışmada yanlış bir uygulama olan donmuş besinleri dışarda bekleterek çözdürme oranı yüksek tespit edilmiştir (Çalış, 2005). Bir başka çalışmada farklı olarak buzdolabının alt bölümünde çözdürme işlemi yapanların oranı fazladır (Çiloğlu, 2021). Bu çalışmada doğru uygulama olan dolapta bir alt göze indirerek çözdürme oranı eğitim öncesinde yüksek olarak tespit edilmiş ve eğitim sonrasında da bu oran anlamlı bir şekilde yükselmiştir (Çizelge 4). Etleri haşlama ve fırın pişirme yönteminde hazırlamak, ızgara ve kavurma yöntemine kıyasla lezzet ve besin değeri olarak istenilen ölçülere ulaşılmasını sağlamaktadır (Derin ve ark., 2016; Baysal, 2018). Yapılan bir çalışmada katılımcıların et yemekleri hazırlarken ilk olarak kavurma daha sonrasında haşlama yöntemini kullandıkları görülmüştür (Çiloğlu, 2021). Konya 'da yapılan bir diğer çalışmada katılımcıların farklı olarak öncelikle haşlama daha sonrasında kavurma yöntemi kullandıkları saptanmıştır (Derin ve ark., 2016). Bu çalışmada eğitim öncesi öncelikle haşlama ikinci olarak kızartma ve daha sonra fırında pişirme yöntemi kullananların oranı yüksek olsa da eğitim sonrasında kızartma yöntemi tercih edenlerin sayısı azalmış ve fırın yöntemini tercih edenlerin sayısı ise anlamlı bir şekilde yükselmiştir (Çizelge 4). Bu farklılıkların olması kültürel olarak kızartmaya yatkın olunması ve eti haşlama ile fırında yapma sürelerinin kızartmaya göre uzun olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Süt ile şeker yüksek ısıda birarada bulunduğu besin değeri kaybı artmaktadır. Şekerin süte ısıya en az maruz kalacağı zaman olan ocaktan almaya yakın eklenmesi doğru bir işlem olması nedeniyle sütlü tatlı pişirirken şeker ateşten indirmeye yakın veya indirildikten sonra eklenmelidir (Baysal 2002; Çalış, 2005). Yapılan bir çalışmada kadınların çoğunluğunun sütlü tatlı pişirme sırasında şekeri tatlıyı ateşten indireceği sırada ekmediği görülerek yanlış uygulamada buldukları saptanmıştır (Derin ve ark., 2016). Bu çalışmada benzer olarak eğitim öncesi yanlış uygulama olan kaynama anında şeker ekleme işlemi yapanların oranı büyük çoğunlukta olup, bu oran

eğitim sonrası azalarak doğru uygulama olan ateşten indirileceği zaman ekleme yapanların sayısı anlamlı bir şekilde artış göstermiştir (Çizelge 4). Bu sonuçlar ile verilen beslenme eğitiminin bireyler üzerinde faydalı olup, davranış değişikliğine yol açarak yemek pişirme ve hazırlama noktasında doğru uygulamalarda bulunabileceklerini gösterebilir.

5. SONUÇ

Toplumda yemek pişirme ve hazırlama genellikle kadınların sorumluluğundadır. Kadınların geleneksel olarak doğru olup olmadığının farkındalığından yoksun şekilde edindikleri alışkanlıkların sonucu nedeniyle hatalı uygulamalarda bulundukları grlmştir. bu nedenle kadınların beslenme bilgilerinin yeterli düzeyde olması sağlık açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, sadece kadınlar değil, tüm bireylere sağlıklı pişirme ve yiyecek hazırlama yöntemleri hakkında eğitim verilmesi da sağlıklı ve bilinçli bir toplum oluşturulmasına katkıda bulunacaktır. Besinlerin kalitesinin etkilenmemesi, mikroorganizma ile tehlikeli maddelerin meydana gelmemesi için pişirme ve yiyecek hazırlama aşama ve yöntemlerinin iyi derecede öğrenilmesi ve uygulama noktasında yeterli olunması gerekmektedir. Bilinmediği takdirde besin gelerinde istenmeyen kayıplar görülmekte ve ihtiyaç olan besin ögeleri yeterli miktarda alınamamaktadır. Verilen eğitim neticesinde doğru pişirme yöntemlerinin tercih edilip uygulandığı grlmştir. Bu nedenle bu sorunları önlemek için pişirme ve yiyecek hazırlama yöntemleri ile ilgili daha çok eğitimler verilmeli ve bu kapsamda daha fazla çalışma yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Abdel-Aleem, W. M., Abdel-Hameed, S. M., Latif, S. S. Effect of Soaking and Cooking on Nutritional and Quality Properties of Faba Bean, *Journal of Food & Dairy Sciences*, 10(10), 2019.

Albuquerque, T. G., Bragotto, A. P. A., Costa, H. S. Processed Food: Nutrition, Safety, And Public Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16410, 2022.

Anju, T., Saritha, G. N. G., Ramchiary, N., Kumar, A. Assessing the İmpact of Different Cooking Methods on Nutrients, Phytochemicals and Antioxidant Activity of Traditional Food Plants, *Food Chemistry Advances*, 4, 100677, 2024.

Ashwell, M., Gibson, S. Waist-to-height ratio as an indicator of ‘early health risk’: simpler and more predictive than using a ‘matrix’based on BMI and waist circumference. *BMJ open*, 6(3), e010159. (2016).

Ayaz, A., Bilici, S. alışan ve alışmayan Kadınların Besinleri Satın Alma, Hazırlama ve Pişirme Konusundaki Bilgi ve Davranışları, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 35(2), 31-46, 2007.

Babür, T. E., Gürbüz, . Geleneksel Pişirme Yöntemlerinin Et Kalitesine Etkileri (Effects on Quality Meats. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 58, 64, 2015 .

- Baysal A., Genel Beslenme, Ankara: Hatipoglu Yayınları. 14-278, 2018.
- Baysal, A., Beslenme. Hatiboğlu Yayınları: 93, Ders Kitabı Dizisi: 26, 520 s., Ankara. 2002.
- Bhadra, P., Deb, A. A Review on Nutritional Anemia, Indian Journal of Natural Sciences, 10(59), 18466-18474, 2020.
- Combs G. F., McClung J. P. The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health. MA, USA: Academic Press,: 3–6. 65 117, 2016.
- Condrasky M.D., Hegler M. How Culinary Nutrition Can Save the Health of a Nation, Journal of extension, 48(2):1–6., 2010
- Çakmak Demircigil, G. Kızartma İşlemi ile İlgili Toksik Bileşiklerin Oluşumu, Filtrasyon Yöntemleri ve Yasal Düzenlemeler, Gıda Derg, 36 (2), 105-12, 2011.
- Çalış, S., Çalış, Ç., Koçali, K., Büyükkakıncı, B. Y. 18-65 Yaş Arası Kişilerin Antropometrik Verilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Alan Araştırması: Yükseköğretim Kurumu Uygulaması, Ergonomi, 4(3), 147-161, 2021.
- Çalış, C., Milas İlçesi ve Köylerinde Ailelerin Beslenme Alışkanlıkları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 2005.
- Çiftçi, A. K., Şeker, İ. T. Türkiye’de Covid-19 Pandemi Döneminde Besinleri Hazırlama, Pişirme ve Saklama Uygulamalarında Değişiklik Oldu mu? (During the Pandemic Period, Have There Been any Changes in the Practices of Preparing, Cooking and Storing Nutrients in Turkey?), Journal of Tourism & Gastronomy Studies, 9(2), 1302-1317, 2021.
- Çiloğlu, B., Gaziantep’de Yaşayan 19-55 Yaş Grubu Kadınların Besinleri Satın Alma, Hazırlama, Pişirme ve Saklama Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep, 2021.
- Derin, D. Ö., Işık, N., Erdem, N. Konya İl Merkezinde Yaşayan Kadınların Yiyecek Hazırlama, Pişirme ve Saklama Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (35), 87-101, 2016.
- Fabbri, A. D., Crosby, G. A. A Review of The Impact of Preparation and Cooking on The Nutritional Quality of Vegetables and Legumes, International Journal of Gastronomy and Food Science, 3, 2-11, 2016.
- Gelaye, Y. Quality and Nutrient Loss in the Cooking Vegetable and Its Implications for Food and Nutrition Security in Ethiopia: A Review, Nutrition and Dietary Supplements, 47-61, 2023.
- Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü 2018, Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, T.C. Kalkınma Bakanlığı ve TÜBİTAK, 2019.
https://fs.hacettepe.edu.tr/hips/dosyalar/Ara%C5%9Ft%C4%B1rmalar%20%20raporlar/2018%20TNSA/TNSA2018_ana_Rapor_compressed.pdf (Erişim tarihi: 25.10.2024).

Huma, N., Anjum, M., Sehar, S., Issa Khan, M., Hussain, S. Effect of Soaking and Cooking on Nutritional Quality and Safety of Legumes, *Nutrition & Food Science*, 38(6), 570-577, 2008.

Keleş, G., Ok, M. A. Pişirme ve Yiyecek Hazırlama Becerileri Ölçeğinin Türkçe Geçerlik ve Güvenirliğinin İncelenmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 49, 26-35, 2021.

Kewuyemi, Y. O., Kesa, H., Adebo, O. A. Trends in Functional Food Development with Three-Dimensional (3D) Food Printing Technology: Prospects for Value-Added Traditionally Processed Food Products, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(28), 7866-7904, 2022.

Koçak, H. Yiyecek Hazırlama ve Pişirme Uygulamaları-Amasya Örneği, *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 13-23, 2012.

Kumar, H., Choudhary, N., Garg, V., Swami, N. K., Seth, R. Maillard Browning: Pros and Cons in Dairy and Food Industries, *J Dairy Sci Technol*, 2(2), 9-18, 2018.

Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., . . . Pirlich, M. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition*, 23(5), 1226-1243, 2004.

Lavelle, F., Bucher, T., Dean, M., Brown, H. M., Rollo, M. E., Collins, C. E. Diet Quality is More Strongly Related to Food Skills rather than Cooking Skills Confidence: Results from a National Cross-Sectional Survey. *Nutrition & dietetics*, 77(1), 112-120, 2020.

Lee, S., Choi, Y., Jeong, H. S., Lee, J., Sung, J. Effect of Different Cooking Methods on The Content of Vitamins and True Retention in Selected Vegetables. *Food Science and Biotechnology*, 27, 333-342, 2018.

Leng, X., Ochi, M., Sakaki, T., Mori, J., Sakata, I. A Cross-lingual Analysis on Culinary Perceptions to Understand the Cross-cultural Difference, In *AAAI Spring Symposium: Interpretable AI for Well-being*, 2019.

McGowan, L., Pot, G.K., Stephen, A.M., Lavelle, F., Spence, M., Raats, M., et al. The Influence of Socio-Demographic, Psychological and Knowledge-Related Variables Alongside Perceived Cooking and Food Skills Abilities in The Prediction of Diet Quality in Adults: A Nationally Representative Cross-Sectional Study, *Int J Behav Nutr Phys Act*, 13(1):1–13, 2016

Mills, S. D., Wolfson, J. A., Wrieden, W. L., Brown, H., White, M., Adams, J. Perceptions of 'Home Cooking': A Qualitative Analysis from the United Kingdom and United States, *Nutrients*, 12(1), 198, 2020.

Obuz, E., Powell, T. H., Dikeman, M. E. Simulation of Cooking Cylindrical Beef Roasts. *LWT-Food Science and Technology*, 35, 637-644, 2002.

Onur., N., Sarper, F., Onur, F. Farklı Sosyo-Ekonomik Düzeydeki Ailelerin Sebze-Meyve Tüketim Durumları, *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 5(1), 105-123, 2017.

Organization, W. H. 2011 Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241501491> (Erişim tarihi: 29.10.2024).

Organization, W. H. 2020 World Health Organization BMI Classification. *World Health Organization*. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/body-mass-index> (Erişim tarihi: 29.10.2024).

Palermo, M., Pellegrini, N., Fogliano, V. The Effect of Cooking on The Phytochemical Content of Vegetables, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1057-1070, 2014.

Paoli, A., Tinsley, G., Bianco, A., Moro, T. The influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting, *Nutrients*, 11(4), 719, 2019.

Pekcan, A. G. Beslenme Rehberleri ve Su Ayakizi, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 45(2), 95-98, 2017.

Putriani, N., Perdana, J., Meiliana, Nugrahedi, P. Y. Effect of Thermal Processing on Key Phytochemical Compounds in Green Leafy Vegetables: A Review, *Food Reviews International*, 38(4), 783-811, 2022.

Raber, M., Chandra, J., Upadhyaya, M., Schick, V., Strong, L. L., Durand, C., Sharma, S. An Evidence-Based Conceptual Framework of Healthy Cooking, *Preventive Medicine Reports*, 4, 23-28, 2016.

Rodríguez, A., Lema, P., Bessio, M. I., Moyna, G., Olivaro, C., Ferreira, F., Panizzolo, L. A. Characterization of Melanoidins and Color Development in Dulce de Leche, a Confectionary Dairy Product With High Sucrose Content: Evaluation of pH Effect, an Essential Manufacturing Process Parameter, *Frontiers in Nutrition*, 8, 753476, 2021.

Saka, M., Türker, P., Ercan, A., Kızıltan, G., Baş, M.. Is Neck Circumference Measurement an Indicator For Abdominal Obesity? A pilot study on Turkish Adults. *African Health Sciences*, 14(3), 570-575, 2014.

Sezgin, K., Yetişkinlerde Gıda Tüketim Alışkanlıklarının Demografik Özelliklere Göre Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2021.

Shen, Y., Tebben, L., Chen, G., & Li, Y. Effect of Amino Acids on Maillard Reaction Product Formation and Total Antioxidant Capacity in White Pan Bread, *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 1372-1380, 2019.

Shrestha, N. Neck Circumference as an Indicator of Overweight and Obesity in Young Adults. *Am. J. Appl. Math. Stat*, 6, 176-180, 2018.

Topçu, A. A., Köksal, E., Bilgili, N. 15-49 Yaş Grubu Ev Hanımlarının Besin Hazırlama, Pişirme ve Saklama Yöntemleri Konusunda Bilgi, Tutum ve Davranışlarına Yönelik Bir Araştırma, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 60, 77-86, 2003.



Topçu, A. A., Topçu, A. Farklı hazırlama ve pişirme yöntemlerinin tahıl ve kuru baklagillerde tiamin kaybı üzerine etkisi, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 30(2), 55-61, 2001.

Wolfson, J. A., Leung, C. W., Richardson, C. R. More Frequent Cooking At Home is Associated with Higher Healthy Eating Index-2015 Score, *Public Health Nutrition*, 23(13), 2384-2394, 2020.

Yong, W., Amin, L., Dongpo, C. Status and Prospects of Nutritional Cooking, *Food Quality and Safety*, 3(3), 137-143, 2019.

Ternier, S. Understanding and Measuring Cooking Skills and Knowledge as Factors Influencing Convenience Food Purchases and Consumption, *SURG Journal*, 3(2), 69-76, 2010.

SPORCULARDA KETOJENİK DİYETİN UYGULAMASININ İNCELENMESİ

Arş. Gör. Dr. GÜL EDA KILINÇ¹, Arş. Gör. Dr. YELİZ VERGİ²

¹ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Fakültesi, guleda.kilinc@omu.edu.tr
-0000-0002-9068-3081

²MERSİN ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Fakültesi, yelizvergi@mersin.edu.tr - 0000-
0002-3358-3332

ÖZET

Ketojenik diyet; açlığın metabolik durumunu taklit eden, yüksek yağ ve düşük karbonhidrat içeriğine sahip diyet modelidir. Epilepsi tedavisinde faydalı olabilmesinin yanında günümüzde obezite, hiperlipidemi ve bazı kardiyovasküler risk faktörleriyle mücadele edebilmek için de kullanılmaktadır. Sporcuların optimum spor performansını sağlayabilmeleri için kas glikojen depolarının yeterli olması, yeterli kas glikojen içeriğini sağlamak için ise egzersiz veya antrenman öncesi yeterli düzeyde karbonhidrat tüketimini sağlamaları yönünde birçok kanıtlanmış veri bulunmaktadır. Ancak vücutta karbonhidrat depolanmasının sahip olduğu biyolojik kısıtlıkların, uzun zaman periyotları boyunca yarışan sporcuları sınırlayabileceği öne sürülmektedir. Bu sebeple düşük karbonhidratlı diyetler son zamanlarda sporcular arasında popülerlik kazanmıştır. Karbonhidrat depolanmasındaki sınırlamaların aksine vücudun yağ şeklinde büyük miktarlarda enerji depolayabilmesi, düşük karbonhidratlı yüksek yağlı diyetin bu istenilen etkileri sağlayıp sağlayamayacağını merak konusu haline getirmekte; bu düşüncüler dayanıklılık sporcuları, direnç antrenmanları yapan sporcular, rekreasyonel eğitimli sporcular ile birçok sporcu üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmasını beraberinde getirmektedir. Bu derlemede düşük karbonhidratlı yüksek yağlı ketojenik diyetin, sporcular üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sporcularda yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; düşük karbonhidratlı yüksek yağlı ketojenik diyet tüketiminin performans, vücut kompozisyonu, vücut yağ ve kas kütlesi üzerine etkileri konusunda çelişkili sonuçların olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda ketojenik diyet tüketiminin spor performansını iyileştirebileceği gözlemlenirken, performans üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını veya yağ oksidasyonu kapasitesinde önemli artışlar gözlemlenmesine rağmen performansı bozabileceği yönünde sonuçlanan çalışmalar da mevcuttur. Ketojenik diyetin yağ kütlesini azaltmaya ve yağsız kütleyi korumaya yardımcı olduğu, bu sebeple ağırlık sınıfı sporlarında ağırlık azaltma hedeflerine ulaşmak için değerlendirilebileceği bildirilmektedir. Ancak ketojenik diyet tüketimi sonrasında hipertrofik yanıt gözlenmediği, bu sebeple kas kütlesini arttırmak için yetersiz yaklaşım olduğu da yapılan çalışmalarda gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ketojenik diyet, sporcu, spor performansı, vücut kompozisyonu

EXAMINATION OF THE APPLICATION OF KETOGENIC DIET IN ATHLETES

ABSTRACT

The ketogenic diet is a high-fat and low-carbohydrate diet model that mimics the metabolic state of fasting. In addition to being useful in the treatment of epilepsy, it is also used to fight obesity, hyperlipidemia and some cardiovascular risk factors nowadays. There are a lot of evidence that athletes should have sufficient muscle glycogen storage to achieve optimum sports performance, and provide sufficient carbohydrate consumption before exercise or training to ensure adequate muscle glycogen content. However, it has been proposed that the biological constraints for carbohydrate storage may limit athletes who compete over extended time periods. For this reason, low-carbohydrate diets have recently gained popularity among athletes. Contrary to the limitations in carbohydrate storage, the body's ability to storage large amounts of energy in the form of fat makes it questionable whether a low-carbohydrate high-fat diet may achieve these desired effects, and these considerations lead to various studies on many athletes including endurance athletes, resistance-trained athletes, recreationally trained athletes. In this review, the effects of a low-carbohydrate high-fat ketogenic diet on athletes were examined. When the studies on athletes are evaluated, there seem to be conflicting results about the effects of low-carbohydrate high-fat ketogenic diet consumption on performance, body composition, fat mass and lean body mass. While some studies have observed that the ketogenic diet consumption can improve sports performance, there are also studies that it has no effect on performance or it may impair performance despite significant increases in fat oxidation capacity. It is reported that the ketogenic diet helps to reduce fat mass and preserve lean mass, therefore it can be evaluated to achieve weight reduction goals in weight class sports. However, studies have shown that a hypertrophic response is not observed after ketogenic diet consumption, so it is an inadequate approach to increase muscle mass.

Keywords: Ketogenic diet, athletes, sports performance, body composition

1. GİRİŞ

Ketojenik diyet; yüksek yağ ve düşük karbonhidrat içeriğine sahip bir diyet modelidir (Freeman ve ark., 2006). İlk kez 1921 yılında Dr. Russel Wilder; açlığın metabolik durumunu taklit eden ancak büyüme için yeterli protein ve kalori sağlayan, bu nedenle epilepsi kontrolü için uzun vadeli bir seçenek olmak üzere tasarlanmış ketojenik diyet kullanmış ve önermiştir (Masood ve ark., 2020). Ketojenik diyetin epilepsi tedavisinde oldukça faydalı olabilmesinin yanı sıra günümüzde ağırlık kaybı için ketojenik diyet kullanımına da sıklıkla rastlanmaktadır. Ketojenik diyetlerin obezite, hiperlipidemi ve bazı kardiyovasküler risk faktörleriyle mücadele edebilmek için kullanımın kısa ve orta vadede etkili olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmektedir (Paoli, 2014).

Sporcuların optimum spor performansını sağlayabilmeleri için kas glikojen depolarının yeterli olması, yeterli kas glikojen içeriğini sağlamak için ise egzersiz veya antrenman öncesi yeterli düzeyde karbonhidrat tüketimini sağlamaları yönünde birçok kanıtlanmış veri bulunmasına rağmen vücutta karbonhidrat depolanmasının sahip olduğu biyolojik kısıtlıkların, uzun zaman periyotları boyunca yarışan sporcuları sınırlayabileceği öne sürülmektedir (Bailey

ve Hennessy, 2020; Burke ve ark., 2011). Bu sebeple düşük karbonhidratlı diyetler son zamanlarda sporcular arasında popülerlik kazanmıştır.

Uzun süreli fiziksel çalışma sırasında yağ metabolizmasını artırırken karbonhidrat kullanım oranını azaltacak diyet yaklaşımları ve bu tür diyetlerin spor performansı üzerinde somut etkileri olup olmadığı güncel bir konudur. Bahsedilen bu etkilerin ise yüksek yağlı düşük karbonhidratlı bir diyetle indüklenebileceği ifade edilmektedir. Bu ifadeler ise dayanıklılık sporcuları, direnç antrenmanları yapan sporcular, rekreasyonel eğitilmiş sporcular dahil olmak üzere birçok sporcu üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmasını da beraberinde getirmektedir (McSwiney ve ark., 2019; Zajac ve ark., 2014). Bu derlemede düşük karbonhidratlı yüksek yağlı içeriği sahip olan ketojenik diyetin, sporcular üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. KETOJENİK DİYET

Ketojenik diyet; açlığın metabolik durumuyla aynı etkileri gösteren, yüksek yağ ve düşük karbonhidrat içeriğine sahip bir diyet modelidir. Uzun süreli açlık sırasında vücut enerji gereksinimleri karbonhidratların parçalanmasından ziyade yağ asitlerinin lipoliz ve oksidasyonu ile karşılanır. Yani ketojenik diyet, metabolik bir açlık durumunda anabolik bir beslenme durumunu korumaktadır. Vücut dokularına alternatif yakıt olarak görev alan ketonların üretimi için besinsel yağ sağlayan herhangi bir diyet “ketojenik” olarak adlandırılmaktadır (Freeman ve ark., 2006).

Ketojenik diyet, ilk kez 1921’de Russel Wilder tarafından epilepsi hastalarını tedavi etmek için kullanılmıştır (Masood ve ark., 2020). Ketojenik diyet zamanla, tıp dünyasında pediatrik epilepsi için terapötik bir diyet olarak yerini almıştır. Ancak antikonvülzan ilaçların sayısındaki artışla ketojenik diyetin kullanımı sınırlandırılmıştır (Dhamija ve ark., 2013; Masood ve ark., 2020). Ketojenik diyetin epilepsi tedavisinde oldukça faydalı olabilmesinin yanı sıra günümüzde ağırlık kaybı için ketojenik diyet kullanımına da sıklıkla rastlanmaktadır. Ketojenik diyetlerin obezite, hiperlipidemi ve bazı kardiyovasküler risk faktörleriyle mücadele edebilmek için kullanımın kısa ve orta vadede etkili olduğu belirtilmektedir. Ancak ketojenik diyetler beraberinde bazı endişeleri de getirmektedir. Bu endişelerin çoğunun, ilgili fizyolojik mekanizmalar ile ilişkili olabileceği söylenebilir (Paoli, 2014).

2.1. Ketojenik Diyet Çeşitleri

Klasik ketojenik diyet (KD), orta zincirli TG (MCT) ketojenik diyeti, modifiye Atkins diyeti (MAD) ve düşük glisemik indeks diyeti olmak üzere dört farklı ketojenik diyet türü bulunmaktadır.

2.1.1. Klasik Ketojenik Diyet

Klasik ketojenik diyet, ilaca dirençli epilepsi (DRE) tedavisinde en sık kullanılan diyet modelidir (Barzegar ve ark., 2021). Klasik ketojenik diyetle yağın karbonhidrat ve proteine oranı 4:1’dir. Bu orana göre diyet enerjisinin %90’ı yağ, %4’ü karbonhidrat ve %6’sı proteinden gelmektedir. Bu diyet, yüksek karbonhidrat içeriğine sahip besinlerin diyetten

çıkartılması ve yağ oranı yüksek besinlerin tüketiminin artırılmasıyla sağlanmaktadır (Dhamija ve ark., 2013).

2.1.2. Orta Zincirli Trigliserid Diyeti

Bu diyet türünde diyet yağının büyük çoğunluğunu orta zincirli trigliseridler (MCT) oluşturmaktadır (Dhamija ve ark., 2013). Bunun yanında oktanoik (C8) ve dekanoik (C10) orta zincirli trigliseridleri her kilokalori enerji başına daha fazla keton oluşumuna sebep olmaktadır. MCT diyeti yüksek ketojenik potansiyele sahip olmasıyla birlikte daha az yağ tüketimi gerektirmekte, böylelikle daha fazla karbonhidrat ve protein tüketimine imkan vermektedir. Böylece besin çeşitliliğinde artış sağlanmaktadır (Barzegar ve ark., 2021; Dhamija ve ark., 2013). Ancak bu diyetin gastrointestinal yan etkilere sebep olduğu bildirilmiştir (Freeman ve ark., 2006).

2.1.3. Modifiye Atkins Diyeti

Modifiye Atkins diyetinde günlük karbonhidrat alımı 10 gram (yetişkinlerde 15 g/gün) ile sınırlanırken diyetin büyük çoğunluğunu yağ ve yağlı besinler oluşturmaktadır (Kossoff ve Dorward, 2008). Diyet enerjisinin %65'i yağ, %10'u karbonhidrat ve %25'i proteinden sağlanmaktadır (Dhamija ve ark., 2013). Diğer ketojenik diyet türlerine göre daha az kısıtlayıcı bir diyet modeli olmasının yanında klasik ketojenik diyete göre etkinliğinin daha düşük olabileceğinden söz edilmektedir (Auvin, 2012; Barzegar ve ark., 2021).

2.1.4. Düşük Glisemik İndeks Diyeti

Düşük Glisemik İndeks Diyeti, karbonhidrat alımının 40-60 g/gün ile sınırlandırıldığı düşük karbonhidratlı bir diyet türüdür. Bu diyet modelinde yalnızca glisemik indeksi düşük (<50) besinler kullanılmaktadır. Diyet enerjisinin %60'ı yağ, %10'u karbonhidrat ve %30'u proteinden sağlanmaktadır (Dhamija ve ark., 2013). Klasik ketojenik diyet ile karşılaştırıldığında benzer etkinliğe sahip olduğu ancak daha uygulanabilir olduğu bildirilmiştir (Barzegar ve ark., 2021).

2.2. Sporcularda Ketojenik Diyetin Etkisi

Optimum spor performansı için kas glikojen depolarının yeterli olması, yeterli kas glikojen içeriğini sağlamak için ise egzersiz veya antrenman öncesi yeterli düzeyde karbonhidrat alımının sağlanması gerekmektedir (Burke ve ark., 2011). Sporcuların yeterli karbonhidrat tüketimini sağlamaları yönünde birçok kanıtlanmış veri bulunmasına rağmen vücutta karbonhidrat depolanmasının sahip olduğu biyolojik kısıtlıkların, uzun zaman periyotları boyunca yarışan sporcuları sınırlayabileceği öne sürülmektedir (Bailey ve Hennessy, 2020). Yüksek karbonhidratlı diyetlerin kas ve karaciğer glikojen depolarını artırarak dayanıklılık performansını artırırken aynı zamanda egzersiz sırasında karbonhidrat kullanım oranını da arttırdığı belirtilmektedir. Uzun süreli fiziksel çalışma sırasında yağ metabolizması artarken, karbonhidrat kullanım oranını azaltacak diyet yaklaşımları ve bu tür diyetlerin spor

performansı üzerinde somut etkileri olup olmadığı merak edilen bir konudur. Bahsedilen bu etkilerin ise yüksek yağlı düşük karbonhidratlı bir diyetle indüklenebileceği ifade edilmektedir (McSwiney ve ark., 2019; Zajac ve ark., 2014).

Düşük karbonhidratlı diyetler son zamanlarda dayanıklılık sporcuları arasında popülerlik kazanmıştır ancak iyi eğitilmiş sporcularda düşük karbonhidratlı yüksek yağlı ketojenik diyet (LCKD) tüketiminin performans üzerine uzun vadeli (>4 hafta) etkileri hakkında çok az şey bilinmektedir. Dayanıklılık sporcularıyla yapılan bir çalışmada; normalde karbonhidrat bazlı diyet tüketen 20 erkek dayanıklılık sporcusu yüksek karbonhidrat (HC) ve düşük karbonhidratlı yüksek yağlı ketojenik diyet (LCKD) grubu olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Diyetlerine ek olarak aynı antrenman programının uygulandığı 12 haftanın sonunda katılımcıların vücut kompozisyonları değerlendirilmiş, 100 km'lik zaman denemesi (TT), altı saniyelik (SS) sprint testi ve kritik güç testi (CPT) uygulanmıştır. LCKD grubunun vücut kütlelerinde ve vücut yağ yüzdesinde diğer gruba oranla önemli ölçüde daha fazla düşüş gözlenmiştir. 100 km'lik zaman denemesi performansında gruplar arasında anlamlı bir değişiklik gözlemlenmezken CPT ve sprint testinde maksimum güç LCKD grubunda artarken diğer grupta azalmıştır. Bu çalışmadan hareketle düşük karbonhidratlı yüksek yağlı ketojenik diyet tüketiminin, dayanıklılık performansını koruyabileceği ve bazı durumlarda yüksek karbonhidratlı bir diyetle kıyasla performansı iyileştirilebileceği görülmektedir (McSwiney ve ark., 2018). Direnç antrenmanlı atletlerde vücut kompozisyonu, performans, kan lipidleri ve hormonal değişiklik üzerinde izokalorik ve izonitrojenik ketojenik diyetin etkilerini araştıran bir çalışmada 25 erkek katılımcı 10 hafta boyunca ketojenik diyet (KD) ve batı diyeti (WD) uygulamak üzere iki gruba ayrılmış, 10 – 11. haftalar arasında karbonhidratlar tekrar beslenmeye dahil edilmiş ve diyetlere ek olarak direnç antrenmanı programı uygulamışlardır. Bu çalışma, ketojenik diyetin batı diyetine göre kas gücü ve kuvvet üzerinde benzer artışlar sağlarken, vücut kompozisyonu üzerinde olumlu değişiklikler ile sonuçlanmıştır. Ayrıca karbonhidratların yeniden diyetle eklenmesinden sonra trigliseridlerdeki artış dışında, ketojenik diyet uygulayan deneklerde kan lipid profilinde veya sağlık parametrelerinde olumsuz bir değişikliğe rastlanmamıştır. Bununla birlikte ketojenik diyet tüketiminden sonra karbonhidratların hızlı bir şekilde yeniden beslenmeye eklenmesinin vücut yağ kütlelerini olumsuz etkilediği ancak potansiyel olarak yağsız kütle içeriğine ve anaerobik güç çıkışına fayda sağladığı görülmüştür. Çalışmanın sonucunda; ketojenik diyetin direnç eğitimi almış erkeklerde vücut kompozisyonu, performans ve hormonal profillerde olumlu değişiklikler sağlayabilmek için direnç antrenmanı ile birlikte kullanılabilirliği bildirilmiştir (Wilson ve ark., 2020).

Ketojenik diyetin antrenmanlı erkeklerde vücut kompozisyonu üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada 24 erkek katılımcı; ketojenik diyet (KD) grubu, ketojenik olmayan diyet (NKD) grubu ve kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmış ve 8 hafta boyunca diyetle ek olarak direnç antrenmanı uygulamıştır. Çalışma sonucunda ketojenik diyet grubunda yağ kütleleri ve viseral yağ dokusunda önemli bir azalma olurken non-ketojenik diyet ve kontrol grubunda yağ kütleleri veya viseral yağ dokusunda anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Ketojenik diyet grubunda toplam vücut ağırlığı ve kas kütlelerinde önemli artışlar gözlenmezken non-ketojenik diyet grubunda bu parametrelerde artış belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise vücut

ağırlığı veya yağsız vücut kütlelerinde değişiklik görülmemiştir. Bu çalışma, ketojenik diyetin yağsız vücut kütlelerini azaltmadan yağ kütlesi ve visceral yağ dokusunu azaltmak için alternatif bir diyet olabileceğini belirtmektedir (Vargas ve ark., 2018). Direnç antrenmanı programı uygulanan antrenmanlı kadınlarda ketojenik diyetin kuvvet ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışmada ise 21 kadın katılımcı ketojenik diyet ve non-ketojenik diyet grubu olmak üzere iki gruba ayrılmış ve 8 hafta boyunca diyete ek olarak direnç antrenmanı (RT) programı uygulamışlardır. Bulgular; ketojenik diyetin yağ kütlesini azaltmaya ve yağsız kütleyi korumaya yardımcı olabileceğini ancak yağsız kütleyi arttırmak için yetersiz olduğunu göstermiştir (Vargas-Molina ve ark., 2020).

CrossFit eğitimi almış 11 kadın ve 11 erkek sporcuda 4 haftalık ketojenik diyetin aerobik kapasite ve bu alana özgü performans üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada katılımcılar normal diyet ve ketojenik diyet gruplarına ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda; ketojenik diyet tüketen kadın sporcular, aerobik performans düşüşlerine ve hematolojik rahatsızlık gelişme riskinde artışa eğilimli bulunmuşlardır. Ketojenik diyet tüketen erkeklerde ise istenmeyen bir alanin aminotransferaz (ALT) yükselmesi gözlemlenmiş, iyileşmiş asit-baz dengesine yönelik küçük bir eğilim olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda cinsiyetten bağımsız olarak ketojenik diyet tüketiminden sonra tüm grupta egzersiz öncesi bilirubin konsantrasyonlarında yükseklik gözlemlenmiştir. Ketojenik diyet tüketiminin CrossFit sporcularında performans üzerinde hiçbir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Durkalec-Michalski ve ark., 2021).

Ketojenik diyetin elit yarış yürüyüşçülerinde performans üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada katılımcılar; egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında karbonhidrat alımına ek olarak yüksek karbonhidrat içeren diyet (HCHO), bu diyete benzer makro besin alımıyla birlikte karbonhidratların gün içerisinde veya günler arasında periyodik alımının sağlandığı diyet (PCHO) ve düşük karbonhidratlı yüksek yağlı (LCHF) diyet olmak üzere üç gruba ayrılmışlardır. Keto-adaptasyondan sonra tüm sporcular 20 km'lik bir yarışı tamamlamadan önce 2,5 hafta boyunca HCHO diyetine devam etmiştir. Sonuçta; yoğun egzersiz sırasında yağ oksidasyonu kapasitesinde önemli artışlar elde edilmesine rağmen, ketojenik düşük karbonhidratlı yüksek yağlı diyete adaptasyonun elit sporcularda gerçek hayattaki bir dayanıklılık etkinliğinin performansını bozduğu gözlemlenmiştir (Burke ve ark., 2020). Ketojenik diyetin anaerobik egzersiz performansı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 16 antrenmanlı kadın ve erkek katılımcı 4 gün boyunca düşük karbonhidratlı (LC) ketojenik diyet (<50 g/gün ve <E%10 karbonhidrat) veya yüksek karbonhidratlı (HC) bir diyet (6-10 g/kg/gün karbonhidrat) uygulamışlardır. Diyete uyum diyet kayıtlarının besin analizi, idrar pH ve keton ölçümleri ile; anaerobik egzersiz performansı ise Wingate anaerobik bisiklet testi ve yo-yo aralıklı toparlanma testi ile değerlendirilmiştir. Düşük karbonhidratlı (LC) ketojenik diyet grubundaki katılımcılarda daha düşük idrar pH'ı ve idrar ketonları gözlemlenmiştir. LC diyet grubunda, Wingate Testi sırasında % 7 daha düşük maksimum güç ve % 6 daha düşük ortalama güç gözlemlenmiştir. Yo-yo aralıklı toparlanma testinde toplam koşulan mesafenin LC diyet grubunda % 15 daha az olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda kısa süreli düşük karbonhidratlı ketojenik diyetler, anaerobik enerji sistemlerine

büyük ölçüde bağımlı olan aktivitelerde egzersiz performansını azalttığı bildirilmiştir (Wroble ve ark., 2018).

Ketojenik diyetin spor performansı üzerine etkileri çelişkili sonuçlar gösterirken takım sporcularında ketojenik diyet kullanımına ilişkin veriler oldukça sınırlıdır. Yarı profesyonel futbolcularda ketojenik diyetin etkilerini araştıran bir çalışmada katılımcılar ketojenik diyet ve batı diyeti olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda ketojenik diyet uygulayan sporcuların güç, kuvvet ve kas kütlesi konusunda herhangi bir olumsuz etkiyle karşılaşmadığı, yağ kütlesi kaybettiikleri gözlemlenmiştir. Bundan hareketle, bu tür sporcularda hızlı ağırlık kaybı amacı bulunduğu ketojenik diyet kullanımının değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Antonio Paoli ve ark., 2021).

Düşük karbonhidratlı diyetlerin daha önce karbonhidrat kısıtlamasına eşlik ettiği varsayılan güç ve kuvvet üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olmaksızın ağırlık kaybı için belirli avantajlar sunabileceğine dair kanıtlar mevcuttur. Düşük karbonhidratlı ketojenik diyetin (LCKD), güç ve olimpik halter ağırlık sınıfı sporlarında yarışan sporcular için bir ağırlık azaltma stratejisi olarak kullanılıp kullanılamayacağını araştıran bir çalışmada 14 ağırlık kaldırma sporcusu LCKD (≤ 50 gram/gün karbonhidrat) ve normal diyet (>250 gram/gün karbonhidrat) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. LCKD grubunda normal diyet grubuna göre vücut ağırlığı ve yağsız vücut kütlelerinde azalma görülmüştür. Performans üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerden dolayı yağsız vücut kütlesi kayıplarının ağırlık düşüşünün istenmeyen bir sonucu olduğu, enerji kısıtlamasından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda; antrenör ve sporcuların, ağırlık sınıfı sporlarında ağırlık azaltma hedeflerine ulaşmak için düşük karbonhidratlı yüksek yağlı ketojenik diyeti kullanmayı düşünebileceği bildirilmiştir (Greene ve ark., 2018).

Ketojenik diyetin sporcularda ağırlık kaybı için değerlendirilebilir bir yaklaşım olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmektedir ancak kas kütlesi birikimi gerektiren sporlarda kullanımıyla ilgili endişeler mevcuttur. Vücut geliştirme sporcularıyla yapılan bir çalışmada 19 birey ketojenik diyet (KD) ve batı diyeti (WD) olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmışlardır. 2 ay süren çalışmada katılımcıların vücut kompozisyonu, kas gücü ve kan parametreleri değerlendirilmiştir. Sonuçta vücut yağı ketojenik diyetle önemli ölçüde azalmış, yağsız kütle ise yalnızca batı diyeti (WD) grubunda artış göstermiştir. Her iki grupta da maksimum güç benzer düzeylerde artmıştır. Ketojenik diyet grubunda, diğer gruba oranla kan trigliseritlerinde, glukozda, insülinde ve inflamatuvar sitkonilerde önemli oranda düşüş gözlemlenmiş; ayrıca beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF), ketojenik diyet grubunda daha fazla değişiklik göstermesinin yanı sıra her iki grupta da anlamlı ölçüde artmıştır. Ketojenik diyet grubunda hipertrofik yanıt gözlenmemesine rağmen düşük kalorili diyet tüketimi sonrasında sıklıkla meydana gelebilen kas kaybı, ketojenik diyet tüketimi sonrasında gözlenmemiş, kas kütlelerinin korunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda inflamatuvar sitokinlerde azalmaya ve BDNF'de artışa neden olması, ketojenik diyetin stres yönetimi ve motivasyonun sürdürülmesinin zor olduğu anlarla başa çıkmak için geçerli bir araç olabileceğini düşündürdüğü bildirilmiştir (Paoli ve ark., 2021).

3. SONUÇ

Optimum spor performansı için yeterli karbonhidrat tüketiminin sağlanması gerektiği konusunda kanıtlanmış veriler bulunmasına rağmen son zamanlarda sporcular arasında popüleritesi artmış olan ketojenik diyetin performans, vücut kompozisyonu, vücut yağ ve kas kütlesi üzerine etkileri incelendiğinde ve çeşitli araştırmalar birlikte değerlendirildiğinde çelişkili sonuçların mevcudiyeti göz ardı edilmemelidir.

Ketojenik diyetten sonra bulantı, kusma, hipoglisemi, aşırı ketozis, asidoz, uyuşukluk, gastroözofageal reflü gibi ciddi akut yan etkiler meydana gelebilmektedir. Diyete uzun dönem devam edildiğinde ise konstipasyon, artan idrar kalsiyum/kreatinin oranına bağlı olarak oluşan böbrek taşları, asidoz ve selenyum eksikliği kombinasyonuna bağlı kardiyomiopati, büyüme ve gelişme geriliği, ağırlık kaybı, anoreksi, ilerleyen kemik hasarları ve kayıpları, yüksek kolesterol düzeyleri, düşük albümin ve karnitin düzeyleri, enfeksiyonlara yakalanma oranında artış, spesifik vitamin ile mineral eksiklikleri ve anormal lipid metabolizması olanlarda nadiren ölümcül pankreatit gibi hayati tehlikeye neden olabilecek kronik komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle ketojenik diyet, mutlaka bir hekim ve diyetisyen kontrolünde multidisipliner bir şekilde uygulanmalı, takibi yapılmalı ve yan etkiler izlenmelidir. Ayrıca ketojenik diyetle ilişkili literatürdeki belirsizlikler nedeniyle sporcularda ketojenik diyet kullanımının önerilmesi konusunda net yargılara varılabildiği için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Antonio Paoli, A., Mancin, L., Caprio, M., Monti, E., Narici, M. V., Cenci, L., Marcolin, G. Effects of 30 Days of Ketogenic Diet on Body Composition, Muscle Strength, Muscle Area, Metabolism, and Performance in Semi-Professional Soccer Players, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18, 1-13, 2021.
- Auvin, S. Should We Routinely Use Modified Atkins Diet Instead of Regular Ketogenic Diet to Treat Children with Epilepsy? *Seizure*, 21, 237-240, 2012.
- Bailey, C. P., Hennessy, E. A Review of The Ketogenic Diet for Endurance Athletes: Performance Enhancer or Placebo Effect?, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17, 1-11, 2020.
- Barzegar, M., Afghan, M., Tarmahi, V., Behtari, M., Rahimi Khamaneh, S., Raeisi, S. Ketogenic Diet: Overview, Types, and Possible Anti-Seizure Mechanisms. *Nutritional Neuroscience*, 24, 307-316, 2021.
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., Jeukendrup, A. E. Carbohydrates for Training and Competition, *Journal of Sports Sciences*, 29, 17-27, 2011.
- Burke, L. M., Sharma, A. P., Heikura, I. A., Forbes, S. F., Holloway, M., McKay, A., Bone, J. L., Leckey, J. J., Welvaert, M., Ross, M. I. Crisis of Confidence Averted: Impairment of Exercise Economy and Performance in Elite Race Walkers by Ketogenic Low Carbohydrate, High Fat (LCHF) Diet is Reproducible, *PloS One*, 15(6), e0234027, 2020.
- Dhamija, R., Eckert, S., Wirrell, E. Ketogenic Diet, *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 40, 158-167, 2013.

- Durkalec-Michalski, K., Nowaczyk, P. M., Glowka, N., Ziobrowska, A., Podgorski, T. Is a Four-Week Ketogenic Diet an Effective Nutritional Strategy in Crossfit-Trained Female and Male Athletes?, *Nutrients*, 13, 864, 2021.
- Freeman, J., Veggiotti, P., Lanzi, G., Tagliabue, A., Perucca, E. The Ketogenic Diet: from Molecular Mechanisms to Clinical Effects, *Epilepsy Res*, 68, 145-180, 2006.
- Greene, D. A., Varley, B. J., Hartwig, T. B., Chapman, P., Rigney, M. A Low-Carbohydrate Ketogenic Diet Reduces Body Mass without Compromising Performance in Powerlifting and Olympic Weightlifting Athletes, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32, 3373-3382, 2018.
- Kossoff, E. H., Dorward, J. L. The Modified Atkins Diet. *Epilepsia*, 49, 37-41, 2008.
- Masood, W., Annamaraju, P., Uppaluri, K. R. Ketogenic diet, *StatPearls Publishing*, 2020.
- Mcswiney, F. T., Doyle, L., Plews, D. J., Zinn, C. Impact of Ketogenic Diet on Athletes: Current Insights, *Open Access Journal of Sports Medicine*, 10, 171, 2019.
- Mcswiney, F. T., Wardrop, B., Hyde, P. N., Lafountain, R. A., Volek, J. S., Doyle, L. Keto-adaptation Enhances Exercise Performance and Body Composition Responses o Training in Endurance Athletes, *Metabolism*, 81, 25-34, 2018.
- Paoli, A. Ketogenic Diet For Obesity: Friend or Foe? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, 2092-2107, 2014.
- Paoli, A., Cenci, L., Pompei, P., Sahin, N., Bianco, A., Neri, M., Caprio, M., Moro, T. Effects of Two Months of Very Low Carbohydrate Ketogenic Diet on Body Composition, Muscle Strength, Muscle Area, and Blood Parameters in Competitive Natural Body Builders, *Nutrients*, 13, 374, 2021.
- Vargas-Molina, S., Petroi, J. L., Romance, R., Kreider, R. B., Schoenfeld, B. J., Bonilla, D. A., Benitez-Porres, J. Effects of a Ketogenic Diet on Body Composition and Strength in Trained Women, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17, 1-10, 2020.
- Vargas, S., Romance, R., Petro, J. L., Bonilla, D. A., Galancho, I., Espinar, S., Benitez-Porres, J. Efficacy of Ketogenic Diet on Body Composition During Resistance Training in Trained Men: A Randomized Controlled Trial, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 1-9, 2018.
- Wilson, J. M., Lowery, R. P., Roberts, M. D., Sharp, M. H., Joy, J. M., Shields, K. A., D'agastino, D. P. Effects of Ketogenic Dieting on Body Composition, Strength, Power, and Hormonal Profiles in Resistance Training Men, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34, 3463-3474, 2020.
- Wroble, K. A., Trott, M. N., Schweitzer, G. G., Rahman, R. S., Kelly, P. V., Weiss, E. P. Low-carbohydrate, Ketogenic Diet Impairs Anaerobic Exercise Performance in Exercise-Trained Women and Men: A Randomized-Sequence Crossover Trial, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59, 600-607, 2018.
- Zajac, A., Poprzecki, S., Maszczyk, A., Czuba, M., Michalczyk, M., Zydek, G. The Effects of A Ketogenic Diet on Exercise Metabolism and Physical Performance in Off-Road Cyclists, *Nutrients*, 6, 2493-2508. (2014).

EFFECT OF DIETARY *BACILLUS SUBTILIS* ON MEAT QUALITY CHARACTERISTICS IN BROILERS

Prof.Dr. E. Ebru ONBAŞILAR

Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Husbandry,
Ankara, Turkey.

Email: onbasilar@ankara.edu.tr

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-1321-0280>

Prof.Dr. Suzan YALÇIN

Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine,
Department of Food Hygiene and Technology, Konya, Turkey.

Email: syalcin@selcuk.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3937-6705>

ABSTRACT

Bacillus subtilis, a spore-forming Gram-positive probiotic, is well-known for its ability to improve gut health and enhance nutrient utilization in livestock. Its resilience to extreme digestive conditions enables it to colonize the intestinal tract effectively, where it supports the balance of gut microbiota and inhibits the growth of harmful pathogens. In poultry, particularly broilers, *B. subtilis* has emerged as a natural feed additive that boosts growth performance and enhances meat quality, providing a sustainable alternative to antibiotic growth promoters. Dietary supplementation with *B. subtilis* supports immune function and fosters a healthy gut microbial environment, leading to improved nutrient absorption and growth efficiency. Additionally, this probiotic positively influences meat quality, improving characteristics such as tenderness, moisture retention, and lipid stability, which are crucial for consumer satisfaction. By mitigating oxidative stress and boosting antioxidant activity in muscle tissue, *B. subtilis* helps to delay lipid peroxidation, preserving meat freshness and quality over time. Moreover, the inclusion of *B. subtilis* in broiler diets has been linked to better fatty acid profiles and amino acid composition in meat, aligning with consumer demand for natural, high-quality poultry products. This highlights its potential to enhance both broiler productivity and meat nutritional value while supporting sustainable poultry production practices.

Keywords: *Bacillus subtilis*, broiler, additive, meat quality

INTRODUCTION

The extensive use of antibiotics in animal production has led to the emergence of antibiotic-resistant bacteria and drug residues in animal products, posing significant risks to human health and environmental safety. Concurrently, advancements in molecular biology and genetic selection in broiler production have successfully enhanced growth rates and body size, leading to higher meat yields (Cai et al., 2018). However, these improvements have been accompanied by a notable decline in meat quality. As consumer demand for superior meat quality continues to rise, optimizing meat characteristics has become a key focus in animal nutrition research. Probiotics have emerged as effective tools for enhancing intestinal health and microbial balance (Zhang et al., 2016; Gadde et al., 2017). Studies indicate that probiotics not only improve growth performance (Dela et al., 2019) but also contribute to better meat quality in broilers through various mechanisms (Upadhaya et al., 2019). Among these, *Bacillus* species, such as *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus clausii*, and *Bacillus coagulans*, have demonstrated effectiveness in supporting growth, preserving intestinal barrier integrity, and improving meat quality (Park and Kim, 2015; Bai et al., 2017; Cramer et al., 2018; Upadhaya et al., 2019; Zhou et al., 2010).

Bacillus subtilis, a spore-forming, Gram-positive aerobic bacterium, stands out due to its superior heat stability and acid tolerance, making it an ideal candidate as a feed additive in animal production (Reis et al., 2017). The efficacy of probiotic strains varies, with specific *B. subtilis* strains, including DSM 17299 (Reis et al., 2017), fmbJ (Bai et al., 2017), RX7 and B2A (Park and Kim, 2015), 29784 (Jacquier et al., 2019), 1781 and 747 (Park et al., 2020), and DSM 32315 (Ma et al., 2018), demonstrating promising results. These strains have been shown to enhance growth performance, feed efficiency, antioxidant capacity, immune response, and the intestinal microbial balance in broilers. Their application reflects a growing interest in sustainable, antibiotic-free approaches to improve both the productivity and meat quality of broilers.

USAGE OF DIETARY BACILLUS SUBTILIS IN BROILER DIETS

Ünal et al. (2023) evaluated the effects of probiotics containing *Bacillus subtilis* 1x10⁶ KUEN 1609 and *Pediococcus acidilactici* 1x10⁶ KUEN 1608 (Smart Prolive Broiler Likit, Bakın Tarım, Ankara) on gut microbiota and growth performance. After a 42-day trial, it was concluded that these probiotics enhance performance by regulating gut microbiota. Similarly, Erdoğan et al. (2019) studied the impact of the same probiotics at a dose of 1x10⁹ CFU/ml in drinking water on broilers infected with *Eimeria tenella*. Results showed improved resistance to *E. tenella*, with probiotics supporting intestinal health and mitigating coccidiosis effects. Broilers in the probiotics group exhibited superior body weight, feed conversion ratio, villus height, and crypt depth compared to controls.

Gülmez et al. (2019) investigated the dietary inclusion of the probiotics containing *Bacillus subtilis* KUEN 1609 and *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608 (Smart Prolive Broiler Likit, Bakın Tarım, Ankara) at 1x10⁸ CFU/ml in drinking water, observing improved body weight gain, feed efficiency, and gut morphology in broilers. Tang et al. (2021) explored the effects of 500 mg/kg dietary *B. subtilis* on carcass traits, meat quality, and nutrient composition over 42 days. *B. subtilis* supplementation increased breast muscle proportion, reduced abdominal fat,

and enhanced meat protein content and fatty acid profiles. It also improved pH, reduced drip and cooking loss, and decreased shear force in thigh muscles, with significant increases in lysine, methionine, and glutamic acid content. Tang et al. (2021) concluded that dietary *B. subtilis* supplementation improves carcass traits and meat quality, benefiting consumers through better nutrient profiles.

Mohammed et al. (2021) assessed *B. subtilis* supplementation at 0.25 g/kg and 0.5 g/kg in broiler diets, reporting higher water-holding capacity and reduced cooking loss in leg meat. Additionally, supplemented broilers produced tastier meat at 24 hours post-slaughter. Cramer et al. (2018) demonstrated that supplementing broiler diets with 250 mg/kg of Sporulin (containing three *B. subtilis* strains) mitigates the adverse effects of chronic heat stress by enhancing breast muscle weight and oxidative stability.

Park et al. (2018) reported that supplementation with 0.1% *B. subtilis* RX7 (1.0×10^9 CFU/g) and C14 (1.0×10^9 CFU/g) increased weight gain, energy retention, and caecal *Lactobacillus* counts while reducing *Salmonella* prevalence in broilers. Lastly, Wang et al. (2024) investigated the effects of 300 mg/kg and 500 mg/kg dietary *B. subtilis* on meat quality, focusing on muscle fiber regulation and antioxidant capacity. Their findings revealed improvements in meat pH, color, water-holding capacity, and shear force. The conversion of muscle fibers to type I was facilitated by the AMPK/SIRT1/PGC-1 α pathway, while antioxidant capacity increased, and malondialdehyde content decreased, indicating enhanced meat quality.

CONCLUSION

Incorporating *Bacillus subtilis* into broiler diets has been shown to enhance carcass traits and meat quality through various mechanisms. It optimizes meat pH and tenderness, reduces both drip loss and cooking loss, and refines the amino acid and fatty acid composition. Additionally, *B. subtilis* improves the oxidative stability of broiler meat, ensuring higher freshness and quality. The reduction in abdominal fat further contributes to improved production efficiency, making it a cost-effective strategy for poultry operations.

REFERENCES

- Bai K, Huang Q, Zhang J, He J, Zhang L & Wang T (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96, 74-82.
- Cai K, Shao W, Chen X, Campbell YL, Nair MN, Suman SP, Beach CM, Guyton MC & Schilling MW (2018). Meat quality traits and proteome profile of woody broiler breast (*pectoralis major*) meat. *Poultry Science*, 97, 337-346.
- Cramer TA, Kim HW, Chao Y, Wang W, Cheng HW & Kim YHB (2018). Effects of probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on meat quality characteristics of breast muscle from broilers exposed to chronic heat stress. *Poultry Science*, 97, 3358-3368.

Dela Cruz PJD, Dagaas CT, Mangubat KMM, Angeles AA & Abanto OD (2019). Dietary effects of commercial probiotics on growth performance, digestibility, and intestinal morphometry of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 1105-1115.

Erdoğan ŞZ, Gülmez N, Fındık A, Şah H & Gülmez M (2019). Efficacy of probiotics on health status and growth performance of *Eimeria tenella* infected broiler chickens. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25, 3, 311-320.

Gadde UD, Oh S, Lee Y, Davis E, Zimmerman N, Rehberger T & Lillehoj HS (2017). Dietary *Bacillus subtilis*-based direct-fed microbials alleviate LPS-induced intestinal immunological stress and improve intestinal barrier gene expression in commercial broiler chickens. *Research in Veterinary Science*, 114, 236-243.

Gülmez M, Gülmez N, Bingöl S, Deprem T & Koral Tasci S (2019). The effect of dietary inclusion of probiotics on growth and intestinal morphology of broiler chickens. *Journal of World's Poultry Research*, 9, 1, 24-31.

Jacquier V, Nelson A, Jlali M, Rhyat L, Brinch KS & Devillard E (2019). *Bacillus subtilis* 29784 induces a shift in broiler gut microbiome toward butyrate-producing bacteria and improves intestinal histomorphology and animal performance. *Poultry Science*, 98, 2548-2554.

Ma Y, Wang W, Zhang H, Wang J, Zhang W, Gao J, Wu S & Qi G (2018). Supplemental *Bacillus subtilis* DSM 32315 manipulates intestinal structure and microbial composition in broiler chickens. *Scientific Reports*, 8, 15358.

Mohammed AA, Zaki RS, Negm EA, Mahmoud MA & Cheng HW (2021). Effects of dietary supplementation of a probiotic (*Bacillus subtilis*) on bone mass and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 100, 100906.

Park JH & Kim IH (2015). The effects of the supplementation of *Bacillus subtilis* RX7 and B2A strains on the performance, blood profiles, intestinal *Salmonella* concentration, noxious gas emission, organ weight and breast meat quality of broiler challenged with *Salmonella typhimurium*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99, 326-334.

Park JH, Yun HM & Kim IH (2018). The effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on the growth performance, blood profile, nutrient retention, and caecal microflora in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 46, 1, 868-872.

Park I, Zimmerman NP, Smith AH, Rehberger TG, Lillehoj EP & Lillehoj HS (2020). Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* direct-fed microbials alters chicken intestinal metabolite levels. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 123.

Reis MP, Fassani EJ, Garcia Junior AAP, Rodrigues PB, Bertechini AG, Barrett N, Persia M & Schmidt CJ (2017). Effect of *Bacillus subtilis* (DSM 17299) on performance, digestibility, intestine morphology, and pH in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 26, 573-583.

Tang X, Liu X & Liu H (2021). Effects of dietary probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on carcass traits, meat quality, amino acid, and fatty acid profile of broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 767802.

Upadhaya SD, Rudeaux F & Kim IH (2019). Effects of inclusion of *Bacillus subtilis* (Gallipro) to energy- and protein-reduced diet on growth performance, nutrient digestibility, and meat quality and gas emission in broilers. *Poultry Science*, 98, 2169-2178.

Ünal A, Özlü S, Elibol O & Akan M (2023). Broylerlerde probiyotik kullanımının bağırsak mikrobiyotası ve canlı ağırlığa etkisi. 6. Uluslararası Beyaz Et Kongresi 1-5 Mart 2023, Titanic Deluxe Golf Belek, Antalya, Proceedings, 460-463.

Wang H, Xiao C, Li J, Liang R, Liu Y, Song Z, Buyse J & Zhu L (2024). Dietary *Bacillus subtilis* benefits meat quality by regulating the muscle fiber type and antioxidant capacity of broilers. *Poultry Science*, 103, 104267.

Zhang L, Zhang L, Zhan X, Zeng X, Zhou L, Cao G, Chen A & Yang C (2016). Effects of dietary supplementation of probiotic, *Clostridium butyricum* on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* k88. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7, 3.

Zhou X, Wang Y, Gu Q & Li W (2010). Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. *Poultry Science*, 89, 588-593.

EFFECTS OF QUERCETIN ON EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS

Prof.Dr. E. Ebru ONBAŞILAR

Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Husbandry,
Ankara, Turkey.

Email: onbasilar@ankara.edu.tr

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-1321-0280>

Prof.Dr. Suzan YALÇIN

Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine,
Department of Food Hygiene and Technology, Konya, Turkey.

Email: syalcin@selcuk.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3937-6705>

ABSTRACT

Maintaining high egg production and quality throughout the laying period is essential for efficient poultry management. However, as hens age, their laying rate, eggshell strength, and nutrient density in eggs commonly decline, impacting productivity and product quality. While some additives, such as antibiotics, have historically been used to enhance performance, they pose concerns due to potential harmful residues in eggs. Quercetin, a naturally occurring flavonoid found in fruits and vegetables, has emerged as a potential alternative with notable health-promoting properties, including antioxidant, anti-inflammatory, and hormone-regulating effects. Research indicates that dietary quercetin supplementation can enhance laying rates and improve feed efficiency by supporting hormonal balance critical for sustained egg production. Its structural similarity to estrogen enables quercetin to exert mild estrogen-like effects, which may facilitate nutrient absorption in the intestines. Additionally, quercetin has been shown to improve egg quality parameters, such as increasing eggshell strength, enhancing yolk protein content, and reducing cholesterol levels, thereby contributing to healthier and more nutrient-dense eggs. Furthermore, quercetin's potent antioxidant properties help mitigate the oxidative stress and cellular damage associated with prolonged laying periods, promoting the welfare of hens. As a natural, sustainable alternative to synthetic additives, quercetin provides a promising strategy to support productivity, animal health, and egg quality throughout hens' laying cycles.

Keywords: Quercetin, laying hen, egg production, egg quality

INTRODUCTION

Eggs are a highly nutritious food source, providing easily digestible protein, along with essential vitamins and minerals. As a staple in human diets, the global demand for eggs continues to rise with population growth. Both the quantity and quality of egg production are critical factors in satisfying this need. However, as laying hen age, the strength and thickness of eggshells decrease, particularly during the later stages of the laying cycle, leading to declines in overall performance and egg quality (Ni et al., 2007). Improving egg quality under these conditions has become an important objective in poultry production.

In the past, various feed additives, including vitamins, minerals, probiotics, amino acids, and flavonoids, were employed to enhance egg quality by reducing cholesterol deposition, improving eggshell thickness, and optimizing nutrient composition. Among these, flavonoids have garnered increasing attention as functional additives due to their diverse physiological activities, including antioxidant, anti-stress, and lipid metabolic regulatory effects. Quercetin (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone), a key component of flavonoids, is notable for its anti-inflammatory, antiviral, antioxidant, and lipid-regulatory properties. It has been shown to prevent non-alcoholic fatty liver induced by high-fat diets and alleviate atherosclerosis caused by elevated cholesterol (Bhaskar et al., 2013).

Quercetin's structural similarity to estrogen enables it to act as a mild estrogenic compound, facilitating nutrient absorption in the intestines, improving lipid metabolism, and enhancing egg quality (Li et al., 2013; Ying et al., 2015). This review aims to evaluate the impact of dietary quercetin on egg production and quality in laying hens.

USAGE OF DIETARY QUERCETIN FOR EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS

Ying et al. (2015) investigated the effects of quercetin supplementation on egg quality and composition in laying hens of varying ages. The experiment included 240 healthy Hessian laying hens, aged 29 and 39 weeks, with uniform body weight and laying rates. These hens were assigned to four experimental groups, receiving a basal diet enriched with 0, 0.2, 0.4, or 0.6 g/kg quercetin over an 8-week period. In hens aged 39–47 weeks, supplementation with 0.2 and 0.4 g/kg quercetin reduced broken or soft-shell rates by 50.22% and 38.22%, respectively, while 0.4 g/kg quercetin increased eggshell thickness by 8.45% ($P < 0.01$). Additionally, the Haugh unit improved by 7.06%, 5.57%, and 6.91%, and yolk color was enhanced by 7.08%, 6.84%, and 7.32% across all quercetin groups ($P < 0.05$). However, there were no significant changes in egg shape index, eggshell relative weight, eggshell strength, or yolk-to-egg weight ratio at this stage. In hens aged 29–37 weeks, yolk protein content decreased significantly by 5.65% at the highest dose of quercetin (0.6 g/kg, $P < 0.05$), whereas yolk protein content increased significantly across all quercetin treatments in hens aged 39–47 weeks. During the same period, yolk cholesterol levels decreased by 9.06%, 14.14%, and 7.94% ($P < 0.05$) in the 0.2, 0.4, and 0.6 g/kg groups, respectively. No significant changes were observed in albumen protein, albumen water, yolk water, yolk total phospholipids, or yolk ether extract for hens aged 29–37 weeks. For older hens (39–47 weeks), yolk phospholipid levels increased significantly at 0.4 and 0.6 g/kg ($P < 0.01$), and yolk cholesterol decreased significantly at 0.6 g/kg ($P < 0.05$). Ying et al. (2015) concluded that the optimal dose of quercetin for enhancing egg quality, including reducing yolk cholesterol and increasing phospholipid content, was 0.4 g/kg.

Liu et al. (2023) explored the effects of quercetin and daidzein on egg quality in Hy-Line Brown laying hens at 385 days of age with a baseline laying rate of 81.36%. Over a 10-week trial, hens were assigned to three treatment groups: a control group on a basal diet, a group receiving 500 mg/kg quercetin, and another supplemented with 30 mg/kg daidzein. Quercetin supplementation led to higher laying rates and egg mass, particularly during the late laying period, when free quercetin availability was greater. Increases were observed in eggshell strength and albumen height by week 4, egg yolk diameter by week 10, and both eggshell thickness and yolk height by weeks 4 and 10 ($P < 0.05$). Furthermore, quercetin supplementation significantly reduced yolk malondialdehyde, total cholesterol, and triglyceride levels ($P < 0.05$). Liu et al. (2023) concluded that egg quality was improved by quercetin and daidzein by

increasing the antioxidant ability of egg yolk and by regulating lipid metabolism in layers. Quercetin worked better than daidzein in improving egg quality.

Al-Khalaifah et al. (2024) assessed the effects of dietary nano-formulated quercetin on laying performance, egg quality, oxidative stability during storage, and gene expression related to intestinal immunity and antioxidants. Supplementation with 200 and 300 mg/kg nano-quercetin improved laying performance and egg quality. At 300 mg/kg, significant increases were noted in albumen height, yolk height, yolk index, and Haugh unit by the 35th week of production. By the 60th week, hens receiving 200 or 300 mg/kg exhibited greater yolk weight, yolk ratio, and overall egg weight, with no significant changes observed in albumen height, Haugh unit, eggshell weight, or thickness. Notably, yolk ether extract content was significantly reduced ($P < 0.05$) in groups receiving nano-quercetin, though dry matter, crude protein, and ash content in albumen and yolk remained unaffected. At the 300 mg/kg dose, yolk saturated fatty acids and cholesterol decreased significantly, while polyunsaturated fatty acids increased, attributed to quercetin's protective role in preserving these beneficial compounds. Hens in this group also had the highest phospholipid content in yolk lipids ($232.15 \mu\text{mol/g}$ fresh egg yolk). During a 45-day storage period, nano-quercetin supplementation enhanced phospholipid content, total phenolics, flavonoids, and overall antioxidant activity while reducing malondialdehyde levels in eggs. The improvement in laying performance was attributed to quercetin's phytoestrogenic properties, as it competes with estrogen to bind estrogen receptors, stimulating the production of estrogen-responsive hormones and genes that support follicular maturation and ovulation, ultimately enhancing egg production (Al-Khalaifah et al., 2024).

CONCLUSION

Quercetin enhances egg quality by reducing MDA levels, lowering cholesterol deposition, and modulating lipid metabolism in the yolks of laying hens. Its effects on egg quality and composition are particularly pronounced in older hens. Quercetin supplementation decreases yolk cholesterol while increasing yolk phospholipid content. Additionally, quercetin preserves the bioactive components of eggs, protecting them from degradation, thereby improving overall egg quality and effectively extending storage duration.

REFERENCES

- Al-Khalaifah HS, Ibrahim D, El-Sayed Kamel A, Al-Nasser A, Abdelwarith AA, Roushdy EM, Sheraiba NI, Shafik BM, El-Badry SM, Younis EM, Mamdouh M, Yassin EMM, Davies SJ & Kishawy ATY (2024). Enhancing impact of dietary nano formulated quercetin on laying performance: egg quality, oxidative stability of stored eggs, intestinal immune and antioxidants related genes. *BMC Veterinary Research*, 20, 494.
- Bhaskar S, Kumar KS, Krishnan K & Antony H (2013). Quercetin alleviates hypercholesterolemic diet induced inflammation during progression and regression of atherosclerosis in rabbits. *Nutrition*, 29, 1, 219-229.
- Li Y, Zhao W, OuYang WW & et al. (2013). Effect of quercetin on lipid metabolism in adipocytes. *Journal of Northeast Agricultural University*, 44, 58-65.
- Liu J, Liu J, Zhou S, Fu Y, Yang Q & Li Y (2023). Effects of quercetin and daidzein on egg quality, lipid metabolism, and cecal short-chain fatty acids in layers. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1301542.



Ni Y, Zhu Q, Zhou Z, Grossmann R, Chen J & Zhao R (2007). Effect of dietary daidzein on egg production, shell quality, and gene expression of ER- γ , GH-R, and IGF-IR in shell glands of laying hens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 17, 6997-7001.

Ying Y, Chun-yan H, Tabassum CM, Ling L, Jia-Ying Y, Sheng-nan W, Jia-xin Y, Nan T & Yao L (2015). Effect of quercetin on egg quality and components in laying hens of different weeks. *Journal of Northeast Agricultural University*, 22, 4, 23-32.

EFFECT OF Fisetin ON PERFORMANCE AND MEAT QUALITY IN BROILERS

Prof.Dr. Suzan YALÇIN

Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine,
Department of Food Hygiene and Technology, Konya, Turkey.
Email: syalcin@selcuk.edu.tr
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3937-6705>

Prof.Dr. E. Ebru ONBAŞILAR

Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Husbandry,
Ankara, Turkey.
Email: onbasilar@ankara.edu.tr
ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-1321-0280>

ABSTRACT

Fisetin, a flavonoid found in fruits and vegetables like strawberries, apples, and persimmons, is recognized for its potent antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective properties. Its role in poultry production is gaining attention due to its potential to enhance growth performance and product quality. As a natural polyphenol, fisetin mitigates oxidative stress and supports immune function, positioning it as a valuable feed additive. By reducing oxidative damage and inflammation, fisetin promotes efficient nutrient utilization, contributing to better growth in broilers. Fisetin also shows promise as a protective agent under heat stress conditions, where it has been observed to lower abdominal fat levels and malondialdehyde concentrations while boosting antioxidant activity. These effects not only improve broiler health and productivity but may also enhance the quality of poultry meat. Despite its potential, further studies are needed to fully understand fisetin's mechanisms of action and its broader implications in poultry nutrition, as current research remains limited.

Key words: Fisetin, additive, broiler, performance, meat quality

INTRODUCTION

Broiler production is known for its short production cycles and the tender quality of the meat. A successful broiler operation relies heavily on effective and systematic management practices. However, broilers are often subjected to stress from management practices and environmental factors, negatively impacting growth performance, antioxidant capacity, and disease resistance (Kikusato et al., 2021; Del Vesco et al., 2017). Antioxidants, which inhibit or slow oxidation, are commonly included in broiler diets to protect against tissue damage caused by stress (Ogbuagu et al., 2018; Sumanu et al., 2019).

Flavonoids, widely found in plants, exhibit diverse biological properties such as antioxidant, antibacterial, antiviral, anti-inflammatory, and immune-boosting effects (Khan et al., 2013). These phytonutrients, including their polymeric forms, are recognized for their health benefits (Wang et al., 2017). Dietary supplementation with flavonoids has been associated with reduced

disease incidence and mortality in cases of metabolic and infectious diseases. While their effects on meat quality vary between species, studies on poultry and ruminants suggest that flavonoids can improve the fatty acid profile of meat and enhance its oxidative stability during storage (North et al., 2019).

Fisetin, a plant-derived polyphenolic compound, is found in various fruits and vegetables, including strawberries, apples, persimmons, onions, and cucumbers. The highest concentration is in strawberries (160 $\mu\text{g/g}$), followed by apples (26.9 $\mu\text{g/g}$) and persimmons (10.5 $\mu\text{g/g}$) (Kimira et al., 1998). Fisetin is noted for its antioxidant, anti-inflammatory, anti-carcinogenic, and neuroprotective effects (Khan et al., 2013). It works by scavenging free radicals and preventing oxidation. Compared to other antioxidants, fisetin has demonstrated superior activity in reducing oxidative damage, as shown in ferric-reducing antioxidant power assays (Khan et al., 2013). Fisetin, alongside quercetin and myricetin, exhibits a low oxidation potential, enhancing its effectiveness as an antioxidant.

The production and efficacy of fisetin have been improved through biotechnological and chemical synthesis techniques, leading to its inclusion in dietary supplements and nutraceuticals. Innovative formulations, such as fisetin-loaded nanocochleates, have significantly enhanced its bioavailability (Zhong et al., 2022).

Despite its established health benefits, studies evaluating fisetin's role in poultry nutrition are limited. Preliminary research suggests that fisetin can reduce oxidative stress, lower abdominal fat, and improve antioxidant levels, making it particularly beneficial for broilers under heat stress conditions. However, more research is needed to fully understand the mechanisms of fisetin and its potential applications in improving broiler production and meat quality. This review seeks to highlight the potential of fisetin in poultry and underscore the necessity for further studies to establish its broader impacts.

USAGE OF Fisetin IN BROILER DIETS

Sumanu et al. (2021) evaluated the dietary effects of probiotic and fisetin supplementation on performance, carcass traits, and small intestinal morphology in broiler chickens. Four experimental groups were established: Group I (control), Group II (fisetin, 5 mg/kg), Group III (probiotic, 4.125×10^6 cfu/100 mL), and Group IV (probiotic + fisetin, 4.125×10^6 cfu/100 mL and 5 mg/kg, respectively). After a 6-week trial, broilers in the probiotic group showed significantly higher body weight, carcass weight, and thigh weight compared to other groups ($P < 0.05$). Broilers fed fisetin had significantly lower abdominal fat ($P < 0.05$), possibly due to the lipolytic effects of fisetin. No significant differences were observed in the weights of crop, proventriculus, gizzard, liver, gall bladder, spleen, heart, and lungs among the groups. The pH of breast muscle at 72 hours post-slaughter was higher in the fisetin group compared to controls. Fisetin also enhanced villus height in the small intestine. These findings suggest that fisetin may support growth performance, particularly when combined with effective growth-promoting agents.

Ogbuagu et al. (2018) investigated the effects of fisetin (5 mg/kg) and probiotic supplementation (*Saccharomyces cerevisiae*, 4.125×10^6 cfu/100 mL) on erythrocyte osmotic fragility, malondialdehyde (MDA), and superoxide dismutase (SOD) activity in broiler chickens under heat stress. They observed reduced erythrocyte osmotic fragility and MDA

levels, alongside increased SOD activity, in the fisetin, probiotic, and fisetin+probiotic groups compared to controls. Notably, the fisetin+probiotic combination provided the most effective amelioration of oxidative stress.

Campo et al. (2014) highlighted the use of tonic immobility and vigilance behaviors to assess fear or stress in chicks. Building on this, Sumanu et al. (2019) examined changes in these parameters, along with MDA and SOD activity, in broilers administered fisetin and/or probiotics under heat stress. Probiotic and/or fisetin supplementation reduced the duration of tonic immobility and vigilance behavior rankings, increased SOD activity, and decreased MDA levels, indicating reduced stress and oxidative damage.

CONCLUSION

Fisetin is emerging as a powerful and novel antioxidant. It holds potential as a protective agent for broilers under heat stress conditions by reducing abdominal fat deposition and malondialdehyde levels while enhancing antioxidant activity. However, further research is needed to fully understand its effects and mechanisms in poultry, as current studies remain limited.

REFERENCES

- Antika LD & Dewi RM (2021). Pharmacological aspects of fisetin. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 11, 1, 1-9.
- Campo JI, Davila SG & Gil MG (2014). Comparison of the tonic immobility duration, heterophil to lymphocytic ratio and fluctuating asymmetry of chicks reared with or without a broody hen, and of broody and non-broody hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 151, 61-66.
- Del Vesco AP, Khatlab AS, Goes ES, Utsunomiya KS, Vieira JS, Oliveira Neto AR & Gasparino E (2017). Age-related oxidative stress and antioxidant capacity in heat-stressed broilers. *Animal*, 11, 10, 1783-1790.
- Khan N, Syed DN, Ahmad N & Mukhtar H (2013). Fisetin: a dietary antioxidant for health promotion. *Antioxidants and Redox Signaling*, 19, 2, 151-162.
- Kikusato M, Xue G, Pastor A, Niewold TA & Toyomizu M (2021). Effects of plant-derived isoquinoline alkaloids on growth performance and intestinal function of broiler chickens under heat stress. *Poultry Science*, 100, 2, 957-963.
- Kimira M, Arai Y, Shimoi K & Watanabe S (1998). Japanese intake of flavonoids and isoflavonoids from foods. *Journal of Epidemiology*, 8, 168-175.
- North MK, Zotte AD & Hoffman LC (2019). The use of dietary flavonoids in meat production: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 257, 114291.
- Ogbuagu NE, Aluwong T, Ayo JO & Sumanu VO (2018). Effect of fisetin and probiotic supplementation on erythrocyte osmotic fragility, malondialdehyde concentration and

superoxide dismutase activity in broiler chickens exposed to heat stress. *J Vet Med Sci*, 80, 12, 1895-1900.

Singh S, Singh AK, Garg G & Rizvi SI (2018). Fisetin as a caloric restriction mimetic protects rat brain against aging induced oxidative stress, apoptosis and neurodegeneration. *Life Science*, 193, 171-179.

Sumanu VO, Aluwong T, Ayo JO & Ogbuagu NE (2019). Evaluation of changes in tonic immobility, vigilance, malondialdehyde, and superoxide dismutase in broiler chickens administered fisetin and probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) and exposed to heat stress. *J Vet Behav*, 31, 36-42.

Sumanu VO, Aluwong T, Ayo JO & Ogbuagu NE (2021). Effect of probiotic and fisetin supplementation on performance, carcass characteristics and small intestinal morphology in broiler chickens. *Open Vets*, 2, 23-32.

Wang N, Yao F, Li K, Zhang L, Yin G, Du M & Wu B (2017). Fisetin regulates astrocyte migration and proliferation in vitro. *International Journal of Molecular Science*, 18, 852-859.

Youns M & Abdel Halim Hegazy W (2017). The natural flavonoid fisetin inhibits cellular proliferation of hepatic, colorectal, and pancreatic cancer cells through modulation of multiple signaling pathways. *PloS One*, 12, 1, e0169335.

Zhong R, Farag MA, Chen M, He C & Xiao J (2022). Recent advances in the biosynthesis, structure-activity relationships, formulations, pharmacology, and clinical trials of fisetin. *eFood*, 3, e3.

EFFECT OF QUERCETIN ON CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY IN BROILERS

Prof.Dr. Suzan YALÇIN

Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine,
Department of Food Hygiene and Technology, Konya, Turkey.

Email: syalcin@selcuk.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3937-6705>

Prof.Dr. E. Ebru ONBAŞILAR

Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Husbandry,
Ankara, Turkey.

Email: onbasilar@ankara.edu.tr

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-1321-0280>

ABSTRACT

Quercetin, a flavonoid widely present in fruits, vegetables, and medicinal plants, is recognized for its strong antioxidant, anti-inflammatory, and immune-regulating effects. As a polyphenolic compound, it effectively neutralizes free radicals and protects cells from oxidative stress, benefiting both animal and human health. In broiler production, quercetin has garnered attention as a natural feed additive aimed at enhancing growth and improving overall health. Its antioxidant properties help mitigate cellular damage, thereby enabling more efficient energy allocation toward growth. Quercetin also plays a role in reducing fat deposition across the carcass, including muscle tissue, supporting leaner meat production. Additionally, dietary quercetin has been linked to prolonged meat shelf life by inhibiting lipid oxidation and has been observed to increase relative heart weight, which may reflect improved cardiovascular health in broilers. These benefits highlight quercetin's potential as a sustainable and health-oriented alternative to synthetic growth promoters in poultry diets. Despite these advantages, further research is essential to establish optimal dosing levels and to clarify the mechanisms by which quercetin contributes to reduced metabolic disorders in broilers. Understanding these factors is critical for its safe and effective use in sustainable poultry production systems.

Key words: Quercetin, additive, broiler, meat quality, carcass characteristics

INTRODUCTION

The broiler industry has undergone rapid advancements, with broiler meat ranking among the most widely consumed meats globally due to its nutrient density, composition, and critical role in human nutrition. However, broiler breast meat is particularly susceptible to oxidative stress during post-slaughter aging due to its high protein and low-fat content (Wang et al., 2022). Compared to meat from other species with lower polyunsaturated fatty acid (PUFA) content, broiler meat is more prone to oxidative deterioration because of its relatively high PUFA levels (Simopoulos, 2000; Goliomytis et al., 2014). Incorporating herbs and botanicals with antioxidant properties into poultry diets has been shown to enhance the shelf life of broiler meat by reducing lipid oxidation rates (Botsoglou et al., 1997). The antioxidant activity of plants is primarily attributed to compounds such as ascorbic acid, α -tocopherol, β -carotene, flavonoids, and various phenolic compounds (Pennington and Fisher, 2009). Flavonoids function as both

preventive and chain-breaking antioxidants, scavenging free radicals such as superoxide, alkoxyl, peroxy, and hydroxyl radicals, while generating phenolic acids that enhance the antioxidant activity of other compounds (Pietta, 2000).

Oxidative stress remains a significant challenge in the broiler industry, leading to the destabilization of meat products and substantial economic losses (Deng et al., 2024). Consequently, there is growing interest in plant-based feed additives. These natural supplements are increasingly used to optimize nutrient utilization and improve production efficiency in poultry (Abaza et al., 2008; Alagawany et al., 2016). Flavonoids, which are secondary metabolites derived from fruits, grains, vegetables, herbs, and medicinal plants, exhibit various beneficial activities, including anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, antiviral, hepatoprotective, antiallergic, antithrombotic, and immunomodulatory effects. For instance, quercetin, a prominent flavonoid found in vegetables, tea, fruits, apples, and onions, positively influences plasma IL-10 and IL-6 levels, enhancing health and antioxidant status (Saeed et al., 2007). Quercetin has been shown to improve broiler meat quality by increasing antioxidant enzyme activity and inhibiting lipid oxidation (Deng et al., 2024). It also inhibits the conversion of sulfhydryl groups and reduces the formation of protein carbonyl groups during post-slaughter aging, which enhances the oxidative stability of muscle tissues (Deng et al., 2024). Additionally, high-dose quercetin supplementation may lead to increased flavonoid deposition in muscle tissue, thereby boosting the meat's antioxidant capacity (Deng et al., 2024). This review aims to explore the effects of dietary quercetin on broiler carcass traits and meat quality.

USAGE OF DIETARY QUERCETIN FOR CARCASS TRAITS AND MEAT QUALITY IN BROILERS

Ahammad and Kim (2024) examined the impact of dietary supplementation with micelle-type quercetin at 0, 0.025, 0.050, and 0.100% on broiler meat quality. Their findings indicated a linear increase in breast muscle percentage with higher quercetin levels ($P < 0.05$), while breast color remained unaffected across all treatment groups. Cooking loss and drip loss decreased linearly as dietary quercetin levels increased ($P < 0.05$). There were no observed effects on the relative weights of the liver, bursa of Fabricius, abdominal fat, spleen, or gizzard, nor on breast muscle pH or color values.

Goliomytis et al. (2014) investigated the impact of dietary quercetin supplementation at levels of 0, 0.5, and 1 g/kg on organ weights, meat quality, and oxidative stability in broilers raised from hatching to 42 days of age. The study revealed that both relative and absolute heart weights increased linearly with higher dietary quercetin levels ($P\text{-linear} < 0.05$). However, quercetin supplementation did not influence the absolute or relative weights of the liver, spleen, or abdominal fat. The observed increase in relative heart weight was considered advantageous, as lower heart weights in broilers are often linked to a higher incidence of metabolic issues like sudden death syndrome and ascites, conditions caused by the heart's reduced capacity to deliver sufficient oxygen to body tissues (Havenstein et al., 2003; Gaya et al., 2007). Quercetin supplementation had no discernible effects on pH₂₄, cooking loss, tenderness, or intramuscular fat content. However, a linear relationship between dietary quercetin levels and changes in meat color parameters was observed ($P\text{-linear} < 0.05$). Specifically, higher dietary quercetin resulted in darker and redder breast meat, as indicated by increased a^* values and decreased L^* values. Regarding oxidative stability, quercetin supplementation significantly reduced the malondialdehyde (MDA) content in refrigerated breast meat on days 3 and 9 of storage ($P < 0.05$). Broilers that did not receive quercetin exhibited higher MDA levels, indicating

greater oxidative degradation. This postmortem antioxidant effect was likely due to the accumulation of quercetin metabolites in the tissues (Rupasinghe et al., 2010).

In the study of Zhang and Kim (2020), the effects of 0, 250, 500, and 1000 mg/kg quercetin supplementation on meat stability were investigated in broilers that the chronic heat stress condition was maintained (32°C) for 24 h from the fourth day of the study. As the dietary supplementation of quercetin increased, the content of total superoxide dismutase and total antioxidant capacity linearly increased ($P < 0.05$), while the MDA concentration linearly reduced in breast muscle ($P < 0.05$). This reflected that the increased quercetin supplementation can enhance meat stability. Oxidant damages the integrity of the muscle cell membrane. A loss of integrity in the muscle cell membrane affects the ability of the bio-membrane to function as a semipermeable barrier, so it may contribute to an exudative loss from meat (Buckley et al., 1995). Thus, 1000 mg/kg quercetin supplementation could be recommended for the meat stability (Zhang and Kim, 2020). A linear decrease in abdominal fat deposition was found with an increasing quercetin supplementation due to its capacity to affect lipid metabolism. Wang et al. (2019) has documented that quercetin decreased the triacylglycerols content in broiler hepatocytes by promoting PPAR α -regulated lipid decomposition, thereby reducing lipid deposition in broilers.

Deng et al. (2024) explored the effects of dietary quercetin on the sensory quality of yellow-feathered broilers by incorporating 250, 500, and 1000 mg/kg of quercetin into corn-soybean meal diets. Supplementation with 500 and 1000 mg/kg quercetin significantly enhanced the physicochemical properties and eating quality of broiler breast meat between 12 and 24 hours post-slaughter. Quercetin effectively alleviated oxidative stress post-slaughter, minimizing protein and lipid oxidation. Additionally, it promoted hydrogen bonding interactions and increased α -helix content in myofibrillar proteins from 6 to 12 hours post-slaughter while reducing β -sheet content between 12 and 24 hours, leading to improved myofibrillar structure and thermal stability. The study found that quercetin's ability to boost antioxidant capacity and stabilize myofibrillar proteins positively influenced the physicochemical and sensory characteristics of the meat. Deng et al. (2024) concluded that dietary quercetin is a promising strategy to enhance the eating quality of broiler meat during the post-slaughter aging process. This effect is attributed to its role in improving antioxidant activity, enhancing tenderness and juiciness, and stabilizing the structural integrity of myofibrillar proteins through hydrogen bonding. Consequently, quercetin supplementation may serve as an effective approach to producing high-quality, nutritious broiler meat.

Rupasinghe et al. (2010) examined the presence of quercetin metabolites in the plasma, tissues, and excreta of commercial broilers after supplementing their diet with quercetin at levels of 0, 50, 150, 300, and 600 mg/kg body weight per day. After 3 days of supplementation, metabolites including quercetin sulfate, quercetin glucuronide, quercetin glucoside glucuronide, quercetin glucoside sulfate, and isorhamnetin glucoside were detected in the liver and duodenum. This study confirmed that quercetin and its glycosides can be absorbed and metabolized by broilers.

Parmar et al. (2019) investigated the impact of including vegetable oil, with or without quercetin, in the diets of broilers over a 35-day period, focusing on carcass characteristics and meat quality. Quercetin supplementation resulted in a higher dressing percentage, although it had no effect on the weight of various parts such as neck, back, thigh, breast, drumstick, and wing, regardless of whether oil or quercetin, or both, were added. The inclusion of 10% oil without quercetin led to an increase in the dry matter content of breast meat. However, neither oil nor quercetin, alone or combined, had an impact on crude protein, ether extract, total ash content, water holding capacity, tyrosine value, or TBARS values in the breast meat. Furthermore, the sensory attributes, including color, flavor, juiciness, texture, and overall

palatability, were unaffected by the inclusion of oil or quercetin. The addition of oil alone led to higher meat pH and increased cooking loss.

Wang et al. (2022) examined the effects of quercetin supplementation on broiler meat quality by feeding broilers diets with 0, 0.2, 0.4, and 0.6 g/kg quercetin for 42 days. Compared to the control group, 0.4 g/kg quercetin significantly increased the pH at 45 minutes post-slaughter and the L* value of the thigh muscle, while reducing the shearing force and drip loss of both the thigh and breast muscles ($P < 0.05$). Supplementation with 0.4 g/kg quercetin also significantly improved the juiciness score ($P < 0.05$). The group receiving 0.6 g/kg quercetin exhibited significantly improved scores for meat color, tenderness, and juiciness ($P < 0.05$), with better sensory evaluations corresponding to higher quercetin doses.

CONCLUSION

Dietary quercetin supplementation enhanced breast muscle development and improved the oxidative stability of broiler breast meat during refrigerated storage, thereby extending its shelf life by slowing the rate of lipid oxidation. However, further studies are necessary to ensure the safe application of quercetin as a feed additive in broiler diets. Additionally, investigating its potential links to metabolic disorders, such as sudden death syndrome and ascites, is essential for broader utilization in poultry production.

REFERENCES

- Abaza IM, Sheheta MA, Shoeb MS & Hassan II (2008). Evaluation of some natural feed additives in growing chicks' diets. *International Journal of Poultry Science*, 7, 872-879.
- Ahammad GS, Kim IH (2024). Supplementation on growth performance, nutrient digestibility, fecal microbiota, meat quality, and physiological status in broiler chickens. *Animals*, 14, 1918.
- Alagawany M, Ashour EA & Reda FM (2016). Effect of dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) and turmeric (*Curcuma longa*) on growth performance, carcass traits, blood profile and oxidative status in growing rabbits. *Annals of Animal Science*, 16, 489-505.
- Botsoglou NA, Yannakopoulos AL, Fletouris DJ, Tserveni-Goussi AS & Fortomaris PD (1997). Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 3711-3716.
- Deng C, Zou H, Wu Y, Lou A, Liu Y, Luo J, Quan W & Shen Q (2024). Dietary supplementation with quercetin: an ideal approach for improving meat quality and oxidative stability of broiler chickens. *Poultry Science*, 103, 103789.
- Gaya LG, Costa AMMA, Ferraz JBS, Rezende FM, Mattos EC, Eler JP, Michelan Filho T, Mourao GB & Figueiredo LGG (2007). Genetic trends of absolute and relative heart weight in a male broiler line. *Genetics and Molecular Research*, 6, 1091-1096.
- Goliomytis M, Tsourekis D, Simitzis P, Charismiadou M, Hager-Theodorides A & Deligeorgis S (2014). The effects of quercetin dietary supplementation on broiler growth performance, meat quality, and oxidative stability. *Poultry Science*, 93, 1957-1962.
- Havenstein GB, Ferket PR & Qureshi MA (2003). Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, 82, 1509-1518.

- Parmar A, Patel V, Usadadia S, Chaudhary L, Prajapati D, Londhe A (2019). Influence of dietary inclusion of oil and quercetin supplementation on carcass characters and meat quality attributes of broiler chickens. *International Journal of Livestock Research*, 9, 9, 93-103.
- Pennington JAT & Fisher RA (2009). Classification of fruits and vegetables. *Journal of Food Composition Anal*, 22(suppl), S23-S31.
- Pietta PG (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*. 63, 1035-1042.
- Rupasinghe HPV, Ronalds CM, Rathgeber B & Robinson RA (2010). Absorption and tissue distribution of dietary quercetin and quercetin glycosides of apple skin in broiler chickens. *Journal of Science Food and Agriculture*, 90, 1172-1178.
- Saeed M, Naveed M, Arain MA, Arif M, Abd El-Hack ME, Alagawany M, Siyal FA, Soomro RN & Sun C (2017). Quercetin: Nutritional and beneficial effects in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 73, doi: 10.1017/S004393391700023X.
- Wang M, Wang B, Zhou S, Liu J, Lu H, Wu H, Ding M & Li Y (2022). Quercetin ameliorates chicken quality by activating the PI3K/PKB/AMPK signaling pathway in broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 951512.
- Wang M, Xiao FI, Mao YJ, Ying LL, Zhou B & Li Y (2019). Quercetin decreases the triglyceride content through the PPAR signalling pathway in primary hepatocytes of broiler chickens. *Biotechnol Biotechnol Equip*, 33, 1, 1000-1010.
- Wang Y, Liu M, Zhou X, Zang H, Zhang R, Yang H, Jin S, Feng X & Shan A (2022). Oxidative stability and gelation properties of myofibrillar protein from chicken breast after post-mortem frozen storage as influenced by phenolic compound-pterostilbene. *International Journal of Biological Macromolecules*, 221, 1271-1281.
- Zhang S & Kim IH (2020). Effect of quercetin (flavonoid) supplementation on growth performance, meat stability, and immunological response in broiler chickens. *Livestock Science*, 242, 104286.

EFFECT OF DIETARY *PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI* ON EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY IN LAYING HENS

Prof.Dr. Sakine YALÇIN

Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and
Nutritional Diseases, Ankara, Turkey.

Email: sayalcin@ankara.edu.tr

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0001-8640-2729>

Prof.Dr. Suzan YALÇIN

Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine,
Department of Food Hygiene and Technology, Konya, Turkey.

Email: sayalcin@selcuk.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3937-6705>

ABSTRACT

Pediococcus acidilactici, a gram-positive lactic acid bacterium, is well-known for its probiotic benefits, particularly in promoting gut health and nutrient assimilation in poultry. This microorganism supports a balanced intestinal microflora, suppresses the growth of harmful pathogens, and strengthens immune defenses. Its ability to thrive in acidic conditions makes it especially effective as a probiotic in poultry, contributing to improved health and performance in laying hens. Supplementing laying hens' diets with *P. acidilactici* has demonstrated potential to sustain or enhance egg production and quality, particularly during the later stages of the laying cycle when productivity often diminishes. The probiotic's role in optimizing gut health and nutrient absorption improves feed efficiency, allowing hens to maintain higher laying rates and increased egg mass. Furthermore, *P. acidilactici* has been associated with stronger and thicker eggshells, a likely outcome of improved calcium absorption and metabolic efficiency. Enhanced albumen quality, reflected by elevated Haugh unit scores, has also been observed in eggs from hens receiving *P. acidilactici* supplementation. By promoting nutrient utilization and supporting hen health, *P. acidilactici* offers a natural, effective strategy for improving egg yield and quality. Its use aligns with growing consumer demand for sustainable and health-conscious poultry production practices.

Key words: *Pediococcus acidilactici*, egg production, egg quality, additive, laying hen

INTRODUCTION

Probiotics are live microorganisms added to animal feed to positively influence the host's microbial balance. Specific probiotics, such as *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus salivarius*, and *Pediococcus acidilactici*, have been shown to enhance growth performance, nutrient absorption, egg yield, and feed conversion ratios, all of which contribute to better gut health by increasing Lactobacilli counts in laying hens (Mikulski et al., 2012; Quarantelli et al., 2008). However, the effectiveness of probiotics can vary due to factors such as microbial composition, gastrointestinal tract viability, supplementation dose, method and frequency of administration,

diet, bird age, and environmental stressors (Kalavathy et al., 2006; Zhang et al., 2012; Mikulski et al., 2020).

Several mechanisms have been suggested to explain the benefits of *Pediococcus acidilactici* supplementation in laying hens (Shanmugam, 2024), including:

1. Enhanced release of calcium and phosphorus from plants, improving the bioavailability of these minerals,
2. Increased calcium and phosphorus absorption by intestinal cells through localized micro-acidification of the intestinal mucosa,
3. Antioxidant and anti-inflammatory effects via redox reactions,
4. Molecular effects that activate genes involved in calcium or vitamin D metabolism, hormonal response, and gut integrity.

P. acidilactici has been shown to produce lactic acid, which is beneficial for improving the productive performance of laying hens (Mikulski et al., 2012; Quarantelli et al., 2008). As an anaerobic probiotic, *P. acidilactici* supplementation positively influences dietary energy utilization in laying hens (Mikulski et al., 2020). Its beneficial effects on performance may result from its role in modulating gut microbiota and enhancing the intestinal epithelium (Quarantelli et al., 2008). This review aims to explore the effects of *P. acidilactici* supplementation on egg production and quality in laying hens.

USAGE OF *PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI* FOR EGG PRODUCTION AND EGG QUALITY

Yalçın et al. (2024) investigated the impact of probiotics added to drinking water on laying performance and egg quality in 128 Lohman Brown laying hens at 32-weeks-old over a 10-week period. The hens were divided into a control group and an experimental group. The experimental group received 0.5% probiotics (Smart Prolive Layer, containing *Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607 and *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608) in their drinking water. The study found no significant effects on feed consumption, egg weight, or the percentages of dirty, cracked, or shell-less eggs. However, probiotic supplementation resulted in a 2.30% increase in egg production ($P=0.013$) and a 3.19% improvement in the feed conversion ratio ($P=0.017$). No changes were observed in eggshell quality or yolk color. Notable improvements were seen in albumen height ($P<0.001$), albumen index ($P=0.005$), and Haugh unit ($P<0.001$) with probiotic supplementation. Salmonella was not detected in the feces of hens in either group. The study concluded that the addition of probiotics containing *L. acidophilus* and *P. acidilactici* to drinking water can enhance egg production, feed conversion ratio, and egg quality, making it a valuable supplementation for improving both egg yield and internal quality in commercial laying hens.

Shanmugam (2024) explored the effects of *P. acidilactici* CNCM I-4622 (Bactocell*, Lallemand SAS, Blagnac, France) on the laying performance, egg quality, Ca metabolism, and bone health of older layers (50 weeks old) over a 14-week period. The study included Hy-Line Brown laying hens, randomly assigned to a control group fed a corn-soybean meal diet and a treatment group receiving the same diet supplemented with probiotics. *P. acidilactici* was added

to the feed at doses of 2×10^{12} CFU/ton during the first 3 weeks, followed by 1×10^{12} CFU/ton from weeks 4-14. The results showed no significant difference between the two groups in total laying rate and marketable laying rate. However, the total egg weight increased by 1.1% in the probiotic group, primarily due to a 0.9% increase in the weight of marketable eggs ($P < 0.001$). The eggshell strength was similar across both groups, but the probiotic group had thicker eggshells. Additionally, the *P. acidilactici* supplemented group exhibited improved Haugh unit and higher relative albumen weight compared to the control group. The probiotic group showed a trend for increased relative yolk weight, while the relative eggshell weight remained unaffected. Supplementation also improved bone strength and calcium and phosphorus content in the bones, as well as the digestibility of these minerals, leading to higher blood calcium and phosphorus levels and increased calcitriol. These improvements enhanced the mineral supply for eggshell formation without compromising bone integrity, even enhancing bone resistance.

Mikulski et al. (2020) assessed the effects of *P. acidilactici* strain MA18/5M supplementation in diets with varying energy levels on the productive performance, egg quality, and body composition of Hy-Line Brown hens over a 16-week period (32 to 47 weeks of age). Probiotic supplementation increased egg weight ($P = 0.015$), relative eggshell weight ($P = 0.008$), and eggshell thickness ($P = 0.002$), and significantly improved feed conversion rate ($P = 0.010$). When added to a medium-low energy density diet, the probiotic improved laying performance, though it did not show bioequivalence in egg weight, egg mass output, or FCR compared to the group without probiotics. Supplementing a low-energy diet with *P. acidilactici* improved all performance parameters, except for egg weight. The enhanced laying performance could be attributed to the probiotic's lactic acid and enzyme production, competitive exclusion of pathogens, and improvement in intestinal barrier integrity and nutrient retention (Leeson and Summer, 1997). The improved eggshell quality was linked to better calcium absorption and retention, which was supported by higher calcium digestibility (Mikulski et al., 2012) and elevated serum calcium concentrations (Panda et al., 2008).

In another study by Mikulski et al. (2012), the effects of *P. acidilactici* strain MA18/5M supplementation on performance, egg traits, egg cholesterol content, and fatty acid composition were examined over a 24-week period in laying hens starting at 22 weeks of age. Hens were divided into three groups: a control group without probiotics, a treatment group (PA1) receiving 100 mg/kg of feed for the first 12 weeks and 50 mg/kg for the next 12 weeks, and another treatment group (PA2) supplemented with 100 mg/kg for the entire trial. The probiotic supplementation did not significantly impact egg production but increased egg weight ($P < 0.05$), eggshell thickness, eggshell relative weight, and egg specific gravity, improving feed efficiency ratio per kilogram of eggs ($P < 0.01$). It also significantly reduced the number of broken eggs and shell-less eggs ($P < 0.05$), leading to fewer downgraded eggs ($P < 0.01$). *P. acidilactici* supplementation decreased yolk cholesterol content by more than 10% and increased the concentrations of polyunsaturated fatty acids, particularly linoleic and linolenic acids, in the PA2 group. The improved calcium retention in hens may be due to the acidic environment in the digestive tract created by lactic acid bacteria, which facilitates mineral ionization and absorption (Haddadin et al., 1996). Mikulski et al. (2012) concluded that *P. acidilactici* supplementation at 100 mg/kg has commercial potential for improving hen performance and eggshell quality during the early laying period.

Quarantelli et al. (2008) found that *P. acidilactici* (Bactocell, CNCM MA 18/5 M, 10^9 CFU/kg of feed) supplementation in the diets of laying hens throughout their productive cycle

significantly enhanced their productive performance. The inclusion of the probiotic improved nutrient absorption efficiency, resulting in a higher egg laying rate and an improved feed conversion ratio.

Denev et al. (2013) also observed that *P. acidilactici* (MA18/5M, 100 mg/kg feed, 10⁹ CFU/kg feed) improved laying rate, egg weight, and egg mass. Furthermore, supplementation led to a notable reduction in downgraded eggs and egg yolk cholesterol content in the treatment group.

Xiang et al. (2019) evaluated the effects of dietary supplementation with various probiotics, including *P. acidilactici* (0.1 g/kg), on laying performance, egg quality, oxidative stress, and gut health in hens. They found no significant differences in egg weight, laying rate, cracked egg percentage, or any egg quality parameters (including eggshell strength, Haugh unit, albumen height, yolk color, and cholesterol content) between the control group and the probiotic-supplemented groups. Additionally, no significant changes were noted in the antioxidative stress status of serum, ileum, or cecum with the inclusion of *S. boulardii* and *P. acidilactici* in the diet.

CONCLUSION

Dietary supplementation with *Pediococcus acidilactici* has demonstrated significant potential to enhance egg production and quality, especially during the later stages of laying when productivity typically diminishes. Supplementing with *P. acidilactici* has been associated with improvements in egg weight and eggshell quality, a reduction in the number of damaged eggs, and lower yolk cholesterol levels. These outcomes are advantageous not only for consumers, due to the health benefits, but also for producers, as they contribute to increased efficiency and profitability.

REFERENCES

- Denev S, Chevaux E & Demey V (2013). Efficacy of the probiotic *Pediococcus acidilactici* on laying hens' performances. Actes des 10emes journees de la Recherche Avicole et Palmipedes a Foie Gras du 26 au 28 mars, 2013, La Rochelle, France, 943-946.
- Haddadin MS, Abdulrahim SM, Hashlamoun EA & Robinson RK (1996). The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of hen's eggs. Poultry Science, 75, 491-494.
- Kalavathy R, Abdullah N, Jalaludin S, Wong MC & Ho YW (2006). Effects of *Lactobacillus* feed supplementation on cholesterol, fat content and fatty acid composition of the liver, muscle, and carcass of broiler chickens. Animal Research, 55, 77-82.
- Leeson S, Summers JD & Caston LJ (1997). Commercial Poultry Nutrition, Canada, University Books, Guelph, ON.
- Mikulski D, Jankowski J, Mikulska M & Demey V (2020). Effect of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. Poultry Science, 99, 2275-2285.
- Mikulski D, Jankowski J, Naczmaniński J, Mikulska M & Demey V (2012). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility,

egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science*, 91, 2691-2700.

Quarantelli A, Righi F, Agazzi A, Invernizzi G, Ferroni M & Chevaux E (2008). Effects of the administration of *Pediococcus acidilactici* to laying hens on productive performance. *Veterinary Research Communications*, 32 (suppl1), S359-S361.

Shanmugam S, Barbe F, Park JH, Chevaux E & Kim IH (2024). Supplemental effect of *Pediococcus acidilactici* CNCM I-4622 probiotic on the laying characteristics and calcium and phosphorus metabolism in laying hens. *Scientific Reports*, 14, 12489.

Xiang Q, Peng J & Huazhong (2019). Effects of different probiotics on laying performance, egg quality, oxidative status, and gut health in laying hens. *Animals*, 9, 1110.

Yalçın S, Onbaşlar EE & Yalçın S (2024). Yumurta tavuklarında içme suyuna probiyotik ilavesinin performans ve yumurta kalitesi üzerine etkisi. *Animal*, Ağustos 2024, 39, 460, 18-24.

Zhang JL, Xie QM, Ji J, Yang WH, Wu YB, Li C, Ma JY & Bi YZ (2012). Different combinations of probiotics improve the production performance, egg quality, and immune response of layer hens. *Poultry Science*, 91, 2755-2760.

***Anacyclus pyrethrum*: A RICH SOURCE OF BIOACTIVE COMPONENTS**

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK

Gaziantep University, drhulyacicek@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1065-1582

ABSTRACT

Plants have long been valued for their medicinal and nutritional contributions to human life. *Anacyclus pyrethrum*, commonly known as Akarakara, is a plant belonging to the Asteraceae family and is receiving increasing attention as a source of natural products with diverse applications. In this review, an extensive literature search was carried out utilizing published articles on *A. pyrethrum*. In particular, the aim of this study was to evaluate the chemical content of the plant, the composition of the essential oils it contains, the latest biological activities confirmed by scientific studies, and its importance in traditional phytotherapy and modern medicine. *A. pyrethrum* has a high potential as a natural source of bioactive compounds with therapeutic applications.

A. pyrethrum has been used in traditional medicine to treat a variety of ailments including lung infections, liver diseases, nervous system diseases, sciatica, fever, malaria, paralysis, epilepsy, sore throat, rheumatism, colds, neuralgia, toothache, sleep apnea, sweating, poor blood circulation, salivary gland diseases, catarrh and urinary tract infections. In addition, the roots of *A. pyrethrum* are anticancer, aphrodisiac, anticonvulsive, androgenic, antiparasitic and antibiotic, bioinsecticide, antidiabetic, antifungal, immunostimulant, recommended to treat digestive problems, lethargy, female infertility and even paralysis of the tongue and limbs. It is used in the form of cream-based animal fat compounds for the treatment of gout and sciatica pain.

Further research is needed to investigate long-term and chronic effects for a comprehensive evaluation. The bioactive potential of Akarakara, its use in food products and pharmacological preparations may be important in future research for the prevention or treatment of many diseases.

Keywords: *Anacyclus pyrethrum*, traditional medicine, bioactive components, human health

***Anacyclus pyrethrum*: BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN ZENGİN BİR KAYNAĞI**

ÖZET

Bitkiler, insan yaşamına tıbbi ve besinsel katkıları nedeniyle uzun zamandır değer görmektedir. *Anacyclus pyrethrum*, Asteraceae familyasına ait ve yaygın olarak Akarakara olarak bilinen bir bitkidir ve çeşitli uygulamalara sahip bir doğal ürün kaynağı olarak giderek artan bir ilgi görmektedir. Bu derlemede, kapsamlı bir literatür taramasıyla *A. pyrethrum* hakkındaki yayınlanmış makalelerden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada özellikle, bitkinin kimyasal içeriği, içerdiği uçucu yağların bileşimi, bilimsel çalışmalarla doğrulanan en son biyolojik aktiviteleri, geleneksel fitoterapide ve modern tıpta öneminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. *A. pyrethrum*'un terapötik uygulamalara sahip doğal bir biyoaktif bileşik kaynağı olma potansiyeli yüksek bir bitkidir.

A. pyrethrum, geleneksel tıpta akciğer enfeksiyonları, karaciğer hastalıkları, sinir sistemi hastalıkları, siyatik, ateş, sıtma, felç, epilepsi, boğaz ağrısı, romatizma, soğuk algınlığı, nevralsi, diş ağrısı, uyku apnesi, terleme, zayıf kan dolaşımı, tükürük bezi hastalıkları, nezle ve idrar yolu enfeksiyonları dahil olmak üzere çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca, *A. pyrethrum* kökleri, antikanser, afrodisyak, antikonvülsif, androjenik, antiparazitik ve antibiyotik, biyoinektisit, antidiyabetik, antifungal, immünostimulan, sindirim problemleri, uyuşukluk, dişi infertilitesi ve hatta dil ve uzuvların felçini tedavi etmek için önerilir. Gut ve siyatik ağrılarının tedavisi için krem bazlı hayvansal yağ bileşikleri şeklinde kullanılmaktadır.

Kapsamlı bir değerlendirme için uzun vadeli ve kronik etkileri araştırmak üzere daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Akarakara'nın biyoaktif potansiyeli, gıda ürünlerinde kullanımı ve farmakolojik preparatlar, birçok hastalığın önlenmesi veya tedavisi için gelecekteki araştırmalarda önemli olabilir.

Anahtar Kelimeler: *Anacyclus pyrethrum*, geleneksel tıp, biyoaktif bileşenler, insan sağlığı

1. Giriş

İspanyol papatyası, latince ismi *Anacyclus pyrethrum* olan pellitoryum, Atlas Dağı papatyası, bertram, akarakara veya akırıkara olarak da adlandırılan, Asteraceae familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. 40 ila 60 cm yüksekliğinde bir türdür ve yerden büyüyen çok sayıda basit veya küçük dallı gövdeyle karakterize edilir ve ince kesilmiş, narin ve tüylü yapraklar taşır ve Mayıs ile Ağustos ayları arasında çiçek açar. Bu bitki fenoller ve flavonoidler de dahil olmak üzere birçok fitokimyasal içeriği sayesinde birçok medikal ve kozmetikte kullanım alanına sahiptir (1). Özütlelerinin antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antidepresan, antikonvülsan, analjezik ve afrodisyak özelliklere sahip olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (2).

A. pyrethrum'un kimyasal bileşimi üzerine yapılmış çalışmalar, bugüne kadar yaklaşık yüz çeşit fitokimyasalı içerdiğini belirtmektedir. *A. pyrethrum*, geleneksel tıpta akciğer enfeksiyonları, karaciğer hastalıkları, sinir sistemi hastalıkları, siyatik, ateş, sıtma, felç, epilepsi, boğaz ağrısı, romatizma, soğuk algınlığı, nevralsi, diş ağrısı, uyku apnesi, terleme, zayıf kan dolaşımı, tükürük bezi hastalıkları, nezle ve idrar yolu enfeksiyonları dahil olmak üzere çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca, *A. pyrethrum* kökleri, antikanser, afrodisyak, antikonvülsif, androjenik, antiparazitik ve antibiyotik, biyoinektisit, antidiyabetik,

antifungal, immüno stimulan, sindirim problemleri, uyuşukluk, dişi infertilitesi ve hatta dil ve uzuvların felçini tedavi etmek için önerilir. Gut ve siyatik ağrılarının tedavisi için krem bazlı hayvansal yağ bileşikleri şeklinde kullanılmaktadır (3,4).

Bu derleme, Web of Science, Science Direct, Google Akademik, Scopus ve PubMed gibi elektronik veri tabanları kullanılarak kapsamlı bir literatür taramasıyla *A. pyrethrum* hakkındaki yayınlanmış makalelerden yararlanılarak gerçekleştirildi. Bu çalışmada özellikle, bitkinin kimyasal içeriği, içerdiği uçucu yağların bileşimi, bilimsel çalışmalarla doğrulanan en son biyolojik aktiviteleri, geleneksel fitoterapide ve modern tıpta öneminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bitkinin birçok kullanım alanı olmasına rağmen güvenli kullanımını doğrulamak ve toksisitesini belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2. Kimyasal bileşimi, besinsel ve biyolojik özellikleri

A. pyrethrum'un kökleri, tohumlar, yapraklar ve kapıtula gibi farklı kısımlarının özütleri GC-MS ile analiz edilmiş ve özütlerde yirmi iki bileşiğin varlığı doğrulanmıştır. İncelenen özütlerin kromatografik analizi, kapıtula, yaprak ve tohumlarında antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerde rol oynayabilecek birkaç bileşen olduğunu göstermiştir. Bunlar arasında propanedioik asit; levulinik asit; sarkozin, N-(trifloroasetil)-butil ester; morfinan-6-on; 4,5 - epoksi-3-hidroksi-17-metil; palmitik asit; izovalerik asit; pellitorine ve 2,4-undekadiene-8,10-diyne-N-tiramid bileşikler bulunmaktadır (5).

Bu bileşiklerden pellitorine ve benzerleri, antibakteriyel, insektisit, antikoagülan, antikanser ve anti-inflamatuar ajanlardır (6). Nizobütül-2,4-oktadien-6-monoynamid; (2,4)-N-izobütül-2,4-undekadien-8,10-diyne-N-tiramid; N-izobütül-2,4-heptadien-6-monoynamid; N-izobütül-dodeka-2,4,8,10-tetraenamid; ve N-izobütül-2,6,8-datrienamid gibi alkilamidlerin antioksidan, antimikrobiyal, antikanser, antitrombotik, antiviral, antiinflamatuar, immüno modülatör, analjezik, antiprotozoal ve antidiyabetik aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir (7).

Ayrıca, propanedioik asidin antimikrobakteriyel, antimikrobiyal, antiviral, anti-HIV, antikanser, antiparaziter, antikonvülsan, antidiyabetik, antihipertansif ve anti-hiperlipidemik aktivitelere sahip bir monoamin oksidaz inhibitör ajanı olduğu bulunmuştur (8).

Sinnamik asit, antidiyabetik, antioksidan, antimikrobiyal, antitümör ve antimikrobakteriyel özellikleriyle iyi bilinmektedir. Ayrıca, sinamik asidi birçok biyolojik aktiviteye sahiptir ve bu bileşiğin, kan glikoz seviyelerini azaltarak ve diyabetik sıçanlarda zaman ve doza bağlı bir şekilde glikoz toleransını iyileştirerek aktivite gösterdiğini belirtmektedir (9).

Sinnamik asit, *A. sobria*, *A. salmonicida*, *L. anguillarum*, *V. crassostreae* ve *Y. ruckeri* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite göstermiştir (10). Levulinik asidin antioksidan, antikonvülsan ve antiinflamatuar aktivitelere sahip olduğu bulunmuştur (11). İzovalerik asit, anti-dislipidemik antikonvülsan olarak terapötik, Morfinan-6-on ve 4,5-epoksi-3-hidroksi-17-metil, analjezik aktivitelere sahiptir (12).

Bitki analizinde oligo-elementler, özellikle kalsiyum, potasyum, magnezyum, demir ve fosfor bakımından daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, bu sonuçlar bu bitkilerin gıda takviyesi olarak kullanılmasına uygun olduğuna işaret edebilir. Elde edilen bulgulara göre,

yapraklarda kalsiyum ve fosfor miktarının diğer tespit edilen elementlere göre daha baskın olduğu, tohumların ise yüksek seviyelerde bakır ve demir içerdiği saptanmıştır (13).

3. Farmakolojik ve biyoaktif özellikleri

3.1. Antioksidan Aktivite

Doğal antioksidan arayışı, *A. pyrethrum* üzerinde yapılan çeşitli çalışmalara konu olmuştur, gövde ve yapraklarından elde edilen ekstrelerinin önemli derecede antioksidan güce sahip olduğunu gösterilmiştir. Bitkinin antioksidan etkisinin yapraklarında bulunan fenoller, flavonoidler ve alkaloidlerden kaynaklandığı gösterilmiştir. Köklerinden elde edilen ekstrelerinin en yüksek antioksidana sahip olduğu tespit edilmiş ve 708,74 mg askorbik asit eşdeğeri/g içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir (14).

3.2. Lokal Anestezik Aktivite

A. pyrethrum'dan elde edilen etanolik, petrol eteri ve sulu ekstraktları anlamlı lokal anestezik aktivite göstermiştir. Bu, lokal anestezik aktivitenin ksilokainden daha etkili olduğu belirtilmiştir. Diş hastalarının anestezisinde bitki özütünün ksilokain ile karşılaştırıldığında yararlı ve güvenli olduğu hiçbir yan etki göstermediği ve uzun süreli anestezik etki gösterdiği saptanmıştır (15).

Köklerinin sulu ve alkollü ekstreleri hayvanlarda ksilokainden daha uzun süreli lokal anestezik aktivite göstermiştir. Kobay dermisi ve tavşan korneasında, bitkisel kök preparatı 5 dakika içinde anestezi oluşturmuş ve ksilokainden 12 saat daha uzun sürmüştür (16).

3.3. Antidiyabetik Aktivite

Antik çağlardan beri birçok diyabetik birey, diyabetik komplikasyonları kontrol altına almak için tamamlayıcı tedavi olarak çeşitli formülasyonlarda geleneksel bitkisel ilaçları kullanmıştır. Daha önce yayımlanan birçok çalışmada *A. Pyrethrum*, diyabetin geleneksel tedavisi için bir ilaç olarak tanımlanmıştır (17).

Sırasıyla alloxan veya streptozotosin ile indüklenen diyabetik sıçanlar üzerinde yapılan bazı in vivo çalışmalar, *A. pyrethrum*'un sulu kök ekstraktının sırasıyla 300 mg/kg ve 250 mg/kg konsantrasyonda antihiperglisemik etkisini ortaya koymuştur. Diyabetik sıçanlardaki yüksek kan glikozu seviyeleri tedaviden sonra neredeyse normal seviyelere dönmüştür (18).

3.4. İnsektisidal aktivite

A. pyrethrum'un böcek öldürme kabiliyeti uzun yıllardan beri iyi bilinmektedir. Bu bitki, lahana kurtları, beyaz sinekler, tripsler, yaprak bitleri, Akdeniz un güveleri, akarları, yaprak çekirgeleri, bazı karıncalar, yaprak bitleri, cırcır böcekleri, mantar sivrisinekleri, lahana kurtları, koza kurtları, Hint un kurtları, unlu böcekler, pembe böcekler, örümcekler, trogoderma vb. gibi çok çeşitli böcekleri öldürebilir. *Pyrethrum* böceklerin sinir sistemlerini bozarak öldürür, bir sinir impulsunun iletilmesi sürecinin bir parçası olarak sodyum iyonlarının bir hücreye girmesine izin veren hücresel yapı olan “sodyum kanalı” için toksiktir. Bu da sinir hücrelerinin tekrarlayan deşarjlarına yol açarak felç ve ölüme neden olur. Genellikle “insanlar ve evcil hayvanlar için toksik olmayan” en güvenli insektisit olarak kabul edilir (19).

3.5. Antidepressan aktivite

Çeşitli bitki özleri, hayvanlarda antidepresan benzeri etkileri test etmek için onaylanmış modellerle potansiyel antidepresan ajanlar olarak analiz edilmiştir, ancak diğer tamamlayıcı çalışmalar da kullanılmıştır. A. pyrethrum'un antidepresan aktivitesi, sıçanlarda lokomotor aktivite, haloperidol ile indüklenen stimülasyon, zorla yüzme testi, kuyruk süspansiyon testi ve indüklenmiş hipotermi gibi çeşitli yöntemlerle değerlendirilmiştir. A. Pyrethrum'un sulu-alkollü kök ekstresinin verilmesi, fotometrenin uyarıcı bir etkisini düşündüren ambulatuvar davranışta bir artışa yol açmıştır. A. pyrethrum kökünden elde edilen ekstrakt, hareketsizliği azalttığı için zorla yüzme testinde ve kuyruk askıya alma testinde antidepresan bir etki yaratmıştır. A. pyrethrum kökü ekstresi, 100 ve 200 mg/kg dozlarında sıçanlarda klonidin ve reserpin tarafından indüklenen hipotermiyi tersine çevirmede etkili olmuştur (20). Etanolik ekstresinin farelerde bir antidepresan olarak etki ettiği bulunmuştur, bu antidepresan etkide katekolaminlerin rol oynadığı iddia edilebilir. Kök ekstresinin adrenerjik veya dopamin reseptörü ile etkileşime girerek farelerin beyinlerinde noradrenalin ve dopamin seviyesini artırarak veya inflamasyon biyobelirteçlerini azaltarak antidepresan etki yaratabileceği düşünülmektedir (21).

3.6. Afrodizyak ve üreme aktivitesi

Çağlar boyunca insanoğlu sürekli olarak cinsel yeteneğini geliştirmeye, korumaya veya şiddetlendirmeye ya da cinsel arzuyu uyarmaya çalışmıştır. En yaygın yöntemlerden biri aromatik ve tıbbi bitkilerin kullanımınıdır. Bu bitkiler arasında A. pyrethrum yüzyıllardır afrodizyak amaçlı kullanılmaktadır. A. pyrethrum köklerinin sulu ekstraktının vücut ve üreme organlarının ağırlığını artırdığını ve böylece sıçanlarda epididim spermatozoa sayısını yükselttiğini göstermiştir. Sulu ekstrakt ayrıca sıçanlarda anormal sperm sayısını da azaltmıştır.

Ayrıca, bu ekstraktın androjenik bir potansiyele sahip olduğunu ve spermatogenezi teşvik ederek erkek doğurganlığını artırabileceğini göstermiştir (22).

A. pyrethrum köklerinden elde edilen queous ekstresi, seminal veziküldeki sperm sayısını ve fruktoz seviyelerini artırır. Ayrıca erkek sıçanlarda cinsel davranışı iyileştirir. Ekstrakt, sperm sayısı ve sperm fruktoz konsantrasyonu üzerinde doza bağlı bir etkiye sahiptir ve bu etki önemli ölçüde artmıştır (23).

Ayrıca, üreme sistemindeki kistler için A. pyrethrum'dan elde edilen sap tozunun bal ile karıştırılarak geleneksel kullanımı, Fas'ın yukarı kesimlerindeki nüfusta çok yaygındır (24).

3.7. İmmün sistemi uyarıcı aktivite

A. pyrethrum sıcak su polisakkarit ekstreleri farelerde ve murinlerde immün sistemi uyarıcı aktiviteleri açısından test edilmiş, retikülo-endotelial sistem üzerinde belirgin bir uyarıcı etki göstermiş ve farelerin ve murinlerin peritoneal eksüda hücrelerinin ve dalak hücrelerinin sayısını arttırmıştır (25).

3.8. Antikonvülsan ve kas gevşetici aktivite

Epilepsi yıkıcı bir nörolojik bozukluktur. Mevcut anti-konvülzan ilaçlar hastaların yalnızca yaklaşık %70'inde etkilidir, geri kalanı ise ilaca dirençli kalmaktadır. Bu nedenle, bu ilaca dirençli hastalarda nöbetleri kontrol etmek için fitokimyasallarının kullanımı gibi alternatif yöntemler araştırılmıştır. A. Pyrethrum'un etanolik ekstresinin antikonvülsan ve kas gevşetici aktivitesi, antikonvülsan için maksimum elektroşok nöbet testine ve kas gevşetici aktivitesi için rotarod testine karşı albino fareler kullanılarak test edilmiştir. Etanolik kök ekstraktının neredeyse doza bağlı antikonvülsan aktivite sergilediği bulunmuştur. Ekstrakt, maksimum elektroşok ile indüklenen nöbetlerde HLTE (Arka Uzuv Tonik Uzatma) fazının süresini önemli ölçüde azaltmıştır. Motor koordinasyon üzerindeki etki Rotarod aparatı kullanılarak değerlendirilmiştir. Test, etanolik ekstraktın (200, 400 ve 600 mg/kg) uygulanmasından 30 dakika sonra fareler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Fareler, çapı 2,5 cm olan yatay döner çubuğa 12 rpm devirle yerleştirilmiştir. A. pyrethrum'un rotarod aparatında doza bağlı önemli bir kas gevşetici etkisi gözlenmiştir (26).

3.9. Anti-enflamatuar aktivite

Enflamasyon çeşitli hastalıkların bir belirtisidir. Çalışmalar, sıçanlarda inflamatuvar ödem modelinde çeşitli A. pyrethrum ekstraktlarının antiinflamatuvar etkisini göstermiştir. A. pyrethrum köklerinin sulu ve metanolik ekstraktının ksilen kaynaklı sıçan kulak ödemi ve Freund kaynaklı tüm sıçan pençe ödemi üzerindeki anti-enflamatuar etkisini in vivo olarak incelemişlerdir. Bu yazarlar, test edilen ekstraktların tam Freund adjuvanı (CFA) ile indüklenen ayak ödemi ve ksilen ile indüklenen kulak ödemi önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Bu ekstraktların 250 ve 500 mg/kg oral uygulaması CFA ile indüklenen mekanik aşırı duyarlılık reaksiyonlarını azaltmıştır. Bu azalma tedaviden 1 saat ve 30 dakika sonra başlamış ve 7 saate kadar sürmüştür. Her iki ekstraktın kronik tedavisi, kalıcı ağrı durumlarında mekanik aşırı duyarlılığı azaltmıştır (27).

Buna ek olarak, diğer sonuçlar A. pyrethrum'un yaprak, tohum, kök ve çiçek başlarının sulu-alkolik özütlerinin sıçanlarda ödem üzerinde oldukça güçlü anti-enflamatuar aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir. Bir saatlik tedavinin ardından, oral tedavi gruplarında inhibisyon %61 ile %71 arasında değişmiştir. İnhibisyon yüzdesi perkütan tedavi gruplarında daha yüksekti ve %60 ile %82 arasında değişiyordu. Beşinci saatte, tüm örnekler için inhibisyon oranı artmıştır. Ayrıca, flavonoidler damar duvarlarının gücünü ve bütünlüğünü iyileştiren vazodilatasyonu azaltarak membran stabilize edici bir etkiye sahipken, alkilamidler de dahil olmak üzere alkaloidler (pellitorin) nörojenik inflamasyonun önlenmesi yoluyla etki gösterebilir (28).

3.9. Antimikrobiyal aktivite

Bitkilerin, özellikle de tıbbi bitkilerin incelenmesi, mikropları inhibe edebilen ve/veya öldürebilen doğal antimikrobiyallerin geliştirilmesi için iyi bir keşif yolu oluşturmaktadır [64]. Çeşitli çalışmalarda, A. pyrethrum'un uçucu yağının ve ekstraktlarının mikrobiyal suşlara karşı antimikrobiyal etkisi rapor edilmiştir. Araştırmada, E. coli, S. aureus, P. aeruginosa ve K. pneumonia suşlarının A. pyrethrum köklerinden elde edilen esansiyel yağlara, farklı ekstraktlara ve alkaloidlere karşı duyarlılığı değerlendirilmiştir. Sonuçlar, bu bileşiklerin önemli bir inhibitör aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur (29).

Cezayir'de hasat edilen *A. pyrethrum* üzerinde yapılan bir başka çalışma, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *B. cereus* ve *C. albicans*'a karşı test edilen gövde ve yapraklar için ekstresinin, antimikrobiyal gücünü göstermiştir. Ayrıca, *A. pyrethrum*'un köklerinden elde edilen dekoksasyonlar, infüzyonlar ve ekstraktı ilginç bir antibakteriyel etki göstermiştir (30).

Ayrıca, diğer sonuçlar *A. pyrethrum* ekstraktının 300 ila 1000 mg/mL arasındaki konsantrasyonlarda *Escherichia coli* üzerinde inhibitör etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu ekstre için MIC 800 mg/mL iken alkol ekstresi için MBC 900 mg/mL'dir. *A. pyrethrum* kök ekstresinin *C. albicans*'a karşı inhibitör etkisi de gösterilmiştir (31).

3.10. Saçlı deri biti üzerine etkisi

Sinerjize aerosol köpük formunda sunulan doğal piretrinlerin tek uygulamasının pedikülsidal ve ovisidal etkinliği, krem durulama formunda permetrin bazlı yerleşik etkili bir formülasyonla karşılaştırılmıştır. Çalışma, 7-15 yaş arası çocuklar ve canlı bit varlığı ile tanımlanan aktif baş biti istilasına sahip yetişkinler üzerinde gerçekleştirilen tek kör, karşılaştırmalı, randomize, paralel gruplu bir çalışmadır. Uygulama öncesinde ve sonrasında hastaların saçlarından canlı bit yumurtası örnekleri alınmış ve yumurtlama aktivitesini değerlendirmek için inkübe edilmiştir. Piretrin mosse krem durulamadan sonra örneklenen yumurtalarda önemli ölçüde daha düşük bir yumurtadan çıkma oranı bulunmuştur. Sinerjize piretrin köpüğü tek bir uygulamada pedikülsit ve ovisit olarak etkilidir. Saha çalışması, in vitro ortamda tespit edilen yüksek düzeydeki pedikülsit ve ovisit etkinliğini doğrulamıştır. Çünkü piretrin köpüğü, kalıntı insektisit aktivitesine bağlı olmaksızın tek bir uygulama ile bir istilayı ortadan kaldırmaktadır (32).

3.11. Nörofarmakolojik aktivite

Sıçanlarda genel davranış çalışmaları, sedatif, kas gevşetici, anksiyolitik, nootropik aktivite ve antidepresan çalışmalarını içeren *A. pyrethrum* köklerinin etanolik ekstraktının merkezi sinir sistemi aktivitesi, *A. pyrethrum*'un nootropik olarak potansiyel nörofarmakolojik aktivitesini ve ayrıca antidepresan özelliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur. etanolik ekstrakt ile tedavi edilen sıçanlar, transfer gecikmesinde doza bağlı belirgin bir azalma göstererek hafızada önemli bir iyileşme olduğunu ve böylece nootropik aktiviteyi gösterir. Öğrenme ve hafıza üzerindeki bu kolaylaştırıcı etki, 7 günlük bir süre boyunca tedaviden sonra gözlemlenmiştir. Bu muhtemelen nörotransmitterlerin katılımına atfedilebilir, çünkü hafızanın inşası sadece nörotransmitter seviyeleri ekstraktların tekrar tekrar uygulanmasıyla zayıfladığında artar. Bu da merkezi kolinerjik sistemin, serotonerjik iletimin ve noradrenalin fonksiyonunun beynin bilişsel fonksiyonunda hayati bir rol oynadığını göstermektedir (20).

Ayrıca, lokomotor aktivite üzerinde etkisinin olmaması, nootropik aktivite gösteren bitkinin avantajına çalışmaktadır. Zorunlu yüzme testi, *A. pyrethrum*'un etanolik ekstresinin sıçanlarda açıkça antidepresan görevi gördüğünü göstermiştir. Hareketsizliğin azalması, referans antidepresan ilaç imipramin uygulamasından sonra gözlemlenen etkilerle karşılaştırılabilir, *A. pyrethrum* ekstraktlarının antidepresan benzeri etkilerine varsayılan bir katekolaminerjik katılım önerilebilir. Mevcut bulgular, *A. pyrethrum* kök ekstresinin öğrenme ediniminde iyileşme sağladığını ve antidepresan özelliğinin gözlemlendiğini göstermekte, böylece Hint tıp

sisteminde sinir toniği olarak iddiasını doğrulamaktadır. A. pyrethrum'un öğrenme, spesifik hafıza geliştirme ve antidepresan etkisini geliştirmede kanıtlanmış etkisi olan ilaçlara ihtiyaç duyulmadığı düşünüldüğünde (33).

3.12. Diğer aktiviteler

Yapılan birçok çalışma, A. pyrethrum ekstraktlarının hepatoprotektif, antikanser, nörofarmakolojik, immünoestimulan ve immünomodülatör gibi başka farmakolojik aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir. Bir çalışmada, A. pyrethrum kökünün sulu-alkolik ekstraktının sıçanlarda izoniazid ve rifampisin kaynaklı hepatotoksisiteye karşı hepatoprotektif bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (34, 35).

Ayrıca, A. pyrethrum kolorektal kanser tedavisinde yeni bir terapötik ürün olarak kullanılabilir. Başka bir çalışma, A. pyrethrum özütünün kanser hücrelerinin insan kolorektal karsinomu büyümesini önemli ölçüde engellediğini ve bu özütün kanser hücrelerinde apoptozu başarıyla indükleyebildiğini göstermiştir (36).

A. pyrethrum'un kök ekstreleri daha iyi bir immünomodülatör aktivite sergilemiştir. A. pyrethrum kökleri ve tohumlarının metanolik ekstraktlarının uygulanması naylon fibere nötrofil yapışmasını önemli ölçüde artırmıştır. Ekstraktla tedavi edilen hayvanlarda immünglobulin seviyelerinde anlamlı iyileşme kaydedilmiştir, bu da A. pyrethrum'un kök ekstraktının immünomodülatör potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, test edilen ekstraktların bağışıklık sistemini uyarmak için immünomodülatör ajanlar olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır. A. pyrethrum'un petrol eteri ekstraktı ise siklofosfamid kaynaklı immünosupresyonun üstesinden gelebilmiştir (37, 38).

Ayrıca, A. pyrethrum köklerinden yapılan bir özütün mide hastalıkları ve stomatit tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (39, 40).

Sonuç

A. pyrethrum, Asteraceae familyasının ilginç tıbbi bitkilerden biridir ve geleneksel tıpta birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Bu derlemede, A. pyrethrum'un literatürü, botaniği, geleneksel kullanımı, fitokimyası, farmakolojik kullanımı ve toksikolojisi hakkında bilgi verilmiştir. Toplanan veriler bu türün farmakolojik potansiyelini doğrulamaktadır. Aslında, deneysel çalışmalar antimikrobiyal, antioksidan, anti-inflamatuar, hepatoprotektif, antikanser, nöroprotektif, antidepresan ve afrodisyak aktiviteler gibi bazı farmakolojik aktiviteler için incelenmiştir. Ayrıca, çok sayıda çalışma bu türün terpenoidler, polifenoller, alkaloidler gibi ikincil metabolitler açısından zenginliğini göstermiştir. Bunlar onun geniş kapsamlı geleneksel terapötik kullanımını haklı çıkarmaktadır. Bununla birlikte, bileşiklerinin fraksiyonlanması ve izolasyonu üzerine çok az çalışma olduğunu belirtmek gerekir.

Kaynaklar

1. Elazzouzi H, Fadili K, Cherrat A, Amalich S, Zekri N, Zerkani H, Tagnaout I, Hano C, Lorenzo JM, Zair T. Phytochemistry, Biological and Pharmacological Activities of the *Anacyclus pyrethrum* (L.) Lag: A Systematic Review. *Plants* (Basel). 2022 Sep 30;11(19):2578.

2. Jawhari FZ, Moussaoui AEL, Bourhia M, Imtara H, Saghrouchni H, Ammor K, Ouassou H, Elamine Y, Ullah R, Ezzeldin E, Mostafa GAE, Bari A. *Anacyclus pyrethrum* var. *pyrethrum* (L.) and *Anacyclus pyrethrum* var. *depressus* (Ball) Maire: Correlation between Total Phenolic and Flavonoid Contents with Antioxidant and Antimicrobial Activities of Chemically Characterized Extracts. *Plants* (Basel). 2021 Jan 13;10(1):149.
3. Adams M, Alther W, Kessler M, Kluge M, Hamburger M. Malaria in the Renaissance: remedies from European herbals from the 16th and 17th century. *J Ethnopharmacol.* 2011 Jan 27;133(2):278-88.
4. Baz AE, Mrabti HN, Ashmawy NS, Khan SA, Abdallah EM, Al-Mijalli SH, Alenazy R, Alshabrmi FM, Bouyahya A, El Hachlafi N, Ardianto C, Ifadotunnikmah F, Hmimid F. Phytochemical characterization, antimicrobial properties and *in silico* modeling perspectives of *Anacyclus pyrethrum* essential oil. *Heliyon.* 2024 Jul 23;10(16):e35079
5. Selles C, Dib Mel A, Djabou N, Beddou F, Muselli A, Tabti B, Costa J, Hammouti B. Antimicrobial activity and evolution of the composition of essential oil from Algerian *Anacyclus pyrethrum* L. through the vegetative cycle. *Nat Prod Res.* 2013;27(23):2231-34.
6. Jawhari FZ, Imtara H, Radouane N, El Moussaoui A, Es-Safi I, Amaghnouje A, N AlZain M, Noman O, Parvez MK, Bousta D, Bari A. Phytochemical, Morphological and Genetic Characterisation of *Anacyclus pyrethrum* var. *depressus* (Ball.) Maire and *Anacyclus pyrethrum* var. *pyrethrum* (L.) Link. *Molecules.* 2023 Jul 13;28(14):5378.
7. Jawhari FZ, El Moussaoui A, Imtara H, Mechchate H, Es-Safi I, Bouhrim M, Kharchoufa L, Miry A, Bousta D, Bari A. Evaluation of the acute toxicity of the extracts of *Anacyclus pyrethrum* var. *pyrethrum* (L.) and *Anacyclus pyrethrum* var. *depressus* Maire in Swiss mice. *Vet World.* 2021 Feb;14(2):457-467.
8. Najafabadi SS, Doudi M, Tahmourespour A, Amiri G, Rezayatmand Z. Assessment of Antimicrobial Activity of Chitosan, ZnO, and *Urtica dioica*-ZnO NPs Against *Staphylococcus aureus* Isolated from Diabetic Ulcers. *Curr Microbiol.* 2024 Aug 3;81(9):295.
9. Hafizur RM, Hameed A, Shukrana M, Raza SA, Chishti S, Kabir N, Siddiqui RA. Cinnamic acid exerts anti-diabetic activity by improving glucose tolerance in vivo and by stimulating insulin secretion in vitro. *Phytomedicine.* 2015 Feb 15;22(2):297-300.
10. Annuur RM, Triana D, Ernawati T, Murai Y, Aswad M, Hashimoto M, Tachrim ZP. A Review of Cinnamic Acid's Skeleton Modification: Features for Antibacterial-Agent-Guided Derivatives. *Molecules.* 2024 Aug 20;29(16):3929.
11. Aggarwal N, Mishra P. Synthesis and evaluation of 4-substituted semicarbazones of levulinic acid for anticonvulsant activity. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2005 Jul;6(7):617-21.
12. Xu D, Feng M, Chu Y, Wang S, Shete V, Tuohy KM, Liu F, Zhou X, Kamil A, Pan D, Liu H, Yang X, Yang C, Zhu B, Lv N, Xiong Q, Wang X, Sun J, Sun G, Yang Y. The Prebiotic Effects of Oats on Blood Lipids, Gut Microbiota, and Short-Chain Fatty Acids in Mildly Hypercholesterolemic Subjects Compared With Rice: A Randomized, Controlled Trial. *Front Immunol.* 2021 Dec 9;12:787797.

13. Kushwaha MN, Vijay SJ, Swatantra P. Plant *Anacyclus pyrethrum* -A Review. *Research J. Pharmacognosy and Phytochemistry* 2012; 4(3): 164-170.
14. Angiolella L, Sacchetti G, Efferth T. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Natural Compounds. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2018 Jun 6;2018:1945179.
15. Patel VK, PatelRV, Bhatt H, Gopalakrishna G, Devasankariah G. A clinical appraisal of *Anacyclus pyrethrum* root extract in dental patients. *Phytother. Res.* **1992**, 6, 158-159.
16. Panchal GM, Venkatakrishna Bhat, Devasankaraiah G, Gopalakrishna G, Patel VK. Anaesthetic activity of *Anacyclus pyrethrum* in laboratory animal. *Indian Journal of Pharmacology* 2001;33:296.
17. Selles C. Antidiabetic Effect of *Anacyclus pyrethrum* DC in Alloxan Induced Diabetic Rats. *European Journal of Biological Sciences.*201;3: 117-120.
18. Selles C, Medjdou H, Dib MEA, Zerriouh M, Tabti B. Anti-diabetic activity of aqueous root extract of *Anacyclus pyrethrum* L. In streptozotocin-induceddiabetic rats. *J. Med. Plants Res.* 2012; 6: 3193-3198.
19. Hodoşan C, Gîrd CE, Ghica MV, Dinu-Pîrvu CE, Nistor L, Bărbuică IS, Marin ŞC, Mihalache A, Popa L. Pyrethrins and Pyrethroids: A Comprehensive Review of Natural Occurring Compounds and Their Synthetic Derivatives. *Plants (Basel).* 2023 Nov 29;12(23):4022.
20. Sujith K, Suba V, Ronald DC. Neuropharmacological Profile of Ethanolic Extract of *Anacyclus Pyrethrum* in AlbinoWistar Rats. *Int J Pharm Sci Res.* 2011; 2: 2109-2114.
21. Badhe SR, Badhe RV, Ghaisas MM, Chopade VV, Deshpande AD. Evaluations of antidepressant activity of *Anacyclus pyrethrum* root extract. *Int J Green Pharm* 2010;4:79-82.
22. Sharma V, Boonen J, Spiegeleer BD, Dixit VK. Androgenic and spermatogenic activity of alkylamide-rich ethanol solution extract of *Anacyclus pyrethrum* DC. *Phytother Res.* 2013 Jan;27(1):99-106.
23. Sharma V, Thakur M, Chauhan NS, Dixit VK. Evaluation of the Anabolic, Aphrodisiac and Reproductive Activity of *Anacyclus Pyrethrum* DC in Male Rats. *Scientia Pharmaceutica.* 2009; 77(1):97-110.
24. Elazzouzi H, Fadili K, Cherrat A, Amalich S, Zekri N, Zerkani H, Tagnaout I, Hano C, Lorenzo JM, Zair T. Phytochemistry, Biological and Pharmacological Activities of the *Anacyclus pyrethrum* (L.) Lag: A Systematic Review. *Plants.* 2022; 11(19):2578.
25. Bendjeddou D, Lalaoui K, Satta D, Immunostimulating activity of the hot water-soluble polysaccharide extracts of *Anacyclus pyrethrum*, *Alpinia galanga* and *Citrullus colocynthis*, *J. Ethnopharmacol.* 2003 Oct;88(2-3):155-60.
26. Gautam OP, Savita V, Jain SK. Anticonvulsant and Myorelaxation Activity of *Anacyclus pyrethrum* DC. root extract. *Pharmacology online.*201;121-125.
27. Crombie L. Isolation and Structure of an N-iso Butyldienediynamide from Pellitory (*Anacyclus pyrethrum* DC.). *Nature* 1954;174:4435, 832-833.

28. Jawhari FZ, El Moussaoui A, Bourhia M, Imtara H, Mechchate H, Es-Safi I, Ullah R, Ezzeldin E, Mostafa GA, Grafov A, Ibenmoussa S, Bousta D, Bari A. *Anacyclus pyrethrum* (L): Chemical Composition, Analgesic, Anti-Inflammatory, and Wound Healing Properties. *Molecules*. 2020 Nov 23;25(22):5469.
29. Elazzouzi H, Soro A, Elhilali F, Bentayeb A, Alaoui M, Belghiti E. Phytochemical study of *Anacyclus pyrethrum* (L.) of Middle Atlas (Morocco), and in vitro study of antibacterial activity of pyrethrum. *Advances in Natural and Applied Sciences*. 2014; 8: 131-141.
30. Sqalli H, EL Ouarti A, Ennabili A, Ibsouda S, Farah A, Haggoud A, Houari, A, Iraqui M. Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du centre-nord du maroc. *Bull Soc Pharm Bordx*. 2007;146:271-288.
31. Jalayer NN, Niakan M, Khodadadi E, Mohamadi-Motlagh A. The Antibacterial Activity of Methanolic *Anacyclus Pyrethrum* and *Pistacia Lentiscus* L. Extract on *Escherichia Coli*. *Iran J Microbiol*. 2016;8:372-376.
32. Meinking TL, Vicaria M, Eyerdam DH, Villar ME, Reyna S, Suarez G. Efficacy of a reduced application time of Ovide lotion (0.5% malathion) compared to Nix creme rinse (1% permethrin) for the treatment of head lice. *Pediatr Dermatol*. 2004 Nov-Dec;21(6):670-4.
33. Abbas Zaidi S, Pathan S, Singh, S, Jamil S, Ahmad F, Khar R. Anticonvulsant, Anxiolytic and Neurotoxicity Profile of Aqarqarha (*Anacyclus pyrethrum*) DC (Compositae) Root Ethanolic Extract. *Pharmacology & Pharmacy*. 2013;4: 535-541.
34. Usmani A, Mujahid M, Khushtar M, Siddiqui HH, Rahman MA. Hepatoprotective effect of *Anacyclus pyrethrum* Linn. against antitubercular drug-induced hepatotoxicity in SD rats. *J Complement Integr Med*. 2016 Sep 1;13(3):295-300.
35. Pahuja M, Mehla J, Reeta KH, Tripathi M, Gupta YK. Effect of *Anacyclus pyrethrum* on pentylenetetrazole-induced kindling, spatial memory, oxidative stress and rho-kinase II expression in mice. *Neurochem Res*. 2013 Mar;38(3):547-56.
36. Mohammadi A, Mansoori B, Baradaran PC, Baradaran SC, Baradaran B. *Anacyclus Pyrethrum* Extract Exerts Anticancer Activities on the Human Colorectal Cancer Cell Line (HCT) by Targeting Apoptosis, Metastasis and Cell Cycle Arrest. *J Gastrointest Cancer*. 2017 Dec;48(4):333-340.
37. Yousaf F, Shahid M, Riaz M, Atta A, Fatima H. Immunomodulatory potential of *Anacyclus pyrethrum* (L.) and *Mucuna pruriens* (L.) In male albino rats. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2017 Apr-Jun;31(2):425-429.
38. Sharma V, Thakur M, Chauhan NS, Dixit VK. Immunomodulatory activity of petroleum ether extract of *Anacyclus pyrethrum*. *Pharm Biol*. 2010 Nov;48(11):1247-54.
39. El hassani M, Douiri EM, Bammi J, Zidane L, Badoc Q, Douira A. Plantes médicinales de la Moyenne Moulouya (Nord-Est du Maroc). *Ethnopharmacologia*. 2013;50: 39-53.
40. Benlamdini N, Elhafian M, Rochdi A, Zidane L. Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya). *Journal of Applied Biosciences*. 2014;78:6771.

MEDICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF PRIMULA VULGARIS

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK

Gaziantep University, drhulyacicek@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1065-1582

Hanım Seval KAYA

Gaziantep University, hanmsavas@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2900-8332

ABSTRACT

Primrose, known by the Latin name *Primula vulgaris* or English primrose, is a herbaceous perennial plant belonging to the Primulaceae family, famous for its delicate and vibrant flowers. Evening primrose has many medical and cosmetic uses due to the antioxidant properties of its non-volatile oils. Throughout history, it has been used in traditional medicine for its potential medicinal properties, including anti-inflammatory effects, skin health benefits and hormonal balance support.

Evening primrose *Oenothera biennis* is grown commercially for the production of γ -linolenic acid (GLA) by the enzymatic reaction of fatty acid Δ 6-desaturase. Due to its GLA structure, evening primrose oil is used in increasing quantities in food and pharmaceutical preparations. Recent scientific research has been directed towards exploring the phytochemical composition and therapeutic potential of evening primrose. Studies have revealed the presence of compounds such as saponins, flavonoids, phenolic acids and essential fatty acids that contribute to its reported medicinal effects. However, the applications of evening primrose extend beyond the medical field; it is also used in culinary and cosmetic applications.

The genus *Oenothera* (Onagraceae) has been used as a folk remedy since antiquity for the treatment of asthma, gastrointestinal disorders, neuralgia, skin diseases and liver and kidney diseases. Different chemical constituents such as lipids, flavonoids, tannins, steroids and triterpenes have been isolated from this genus. Different chemical constituents such as lipids, flavonoids, tannins, steroids and triterpenes have been isolated from this genus. Several notable pharmacological activities reported from the genus are antioxidant, cytotoxic, antibacterial, antiviral, anti-inflammatory, antihyperlipidemic, thrombolytic and antidiarrheal.

This article aims to provide a comprehensive overview of *Primula vulgaris*, especially its medicinal and biological effects. As ongoing research reveals its hidden potential, primrose remains a fascinating subject for scientific discovery and cultural appreciation.

Keywords: *Primula vulgaris*, English primrose, traditional medicine, antioxidant

PRİMULA VULGARİS'İN TIBBİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ

ÖZET

Çuha çiçeği latince *Primula vulgaris* veya English primrose ismiyle bilinir ve Primulaceae familyasına ait, narin ve canlı çiçekleriyle ünlü çok yıllık otsu bir bitkidir. Çuha çiçeği, uçucu olmayan yağlarının antioksidan özelliklerinden dolayı birçok medikal ve kozmetikte kullanım alanına sahiptir. Tarih boyunca, anti-inflamatuar etkiler, cilt sağlığı yararları ve hormonal denge desteği dahil olmak üzere potansiyel tıbbi özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta kullanılmıştır.

Akşam çuha çiçeği *Oenothera biennis*, yağ asidi $\Delta 6$ -desaturaz enzimatik reaksiyonu ile γ -linolenik asit (GLA) üretimi için ticari olarak yetiştirilir. Yapısındaki GLA'dan dolayı akşam çuha çiçeği yağı besin ve farmasötik preparatlarda artan miktarlarda kullanılmaktadır. Son bilimsel araştırmalar, çuha çiçeğinin fitokimyasal bileşimini ve terapötik potansiyelini keşfetmeye yönelmiştir. Çalışmalar, bildirilen tıbbi etkilerine katkıda bulunan saponinler, flavonoidler, fenolik asitler ve esansiyel yağ asitleri gibi bileşiklerin varlığını ortaya koymuştur. Ancak, çuha çiçeğinin uygulamaları tıp alanının ötesine uzanır; mutfak ve kozmetik uygulamalarında da kullanılır.

Oenothera cinsi (Onagraceae), astım, gastrointestinal bozukluklar, nevralji, cilt hastalıkları ve karaciğer ve böbrek hastalıklarının tedavisi için antik çağlardan beri halk ilacı olarak kullanılmıştır. Bu cinsten lipitler, flavonoidler, tanenler, steroidler ve triterpenler gibi farklı kimyasal bileşenler izole edilmiştir. Cinsten bildirilen çeşitli dikkate değer farmakolojik aktiviteler antioksidan, sitotoksik, antibakteriyel, antiviral, antiinflamatuar, antihiperlipidemik, trombolitik ve antidiyarektir.

Bu makale, *Primula vulgaris*'in özellikle tıbbi ve biyolojik etkilerini kapsamlı bir genel bakışını sunmayı amaçlamaktadır. Devam eden araştırmalar gizli potansiyelini ortaya çıkarırken, çuha çiçeği bilimsel keşif ve kültürel takdir için büyüleyici bir konu olmaya devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Primula vulgaris*, İngiliz çuha çiçeği, geleneksel tıp, antioksidan,

PRİMULA VULGARİS'İN TIBBİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ

Giriş

Akşam çuha çiçeği (*Oenothera L.*), Onagraceae familyasına ait bir bitkidir. *Oenothera L.* cinsinde yaklaşık 145 tür bulunmaktadır ve Kuzey ve Güney Amerika'nın ılıman ve tropikal iklim bölgelerinde yetişmektedir. Bazı türler Avrupa kıtasındaki ülkelerde yaşayan yeni bölgelere uyum sağlamıştır ve yaklaşık 70 tür şu anda Avrupa'da bulunmaktadır. *Oenothera L.* familyasındaki en kalabalık tür, aynı zamanda en iyi çalışılmış biyolojik aktiviteye sahip olan *Oenothera biennis*'tir. *Oenothera biennis*'in birçok hastalığın tedavisinde faydalı olduğu gösterilmiştir (1). Çuha çiçeği (*Oenothera biennis*), Gama linolenik asit (GLA) varlığı nedeniyle, akşam çuha çiçeği yağı besin ve farmasötik preparatlarda artan miktarlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle, müdahalenin etkileri bağışıklık düzenleyici ve antiinflamatuar rollere sahip gibi görünebilir; ve proinflamatuar sitokinlerdeki artışı inhibe edebilir (2). Polifenol içeriğinden dolayı, nörolojik hastalıkları da önleyebileceğini veya yavaşlatabileceğini göstermektedir (3).

Oenothera cinsi (Onagraceae), astım, gastrointestinal bozukluklar, nevralji, cilt hastalıkları ve karaciğer ve böbrek hastalıklarının tedavisi için antik çağlardan beri halk ilacı olarak

kullanılmıştır. Bu cinsten lipitler, flavonoidler, tanenler, steroidler ve triterpenler gibi farklı kimyasal bileşenler izole edilmiştir. Cinsten bildirilen çeşitli dikkate değer farmakolojik aktiviteler antioksidan, sitotoksik, antibakteriyel, antiviral, antiinflamatuvar, antihiperlipidemik, trombolitik ve antidiyarektir (4).

Bu nedenle, bu bitkilerin kimyasal bileşimini ve akşam çuha çiçeğinin biyolojik aktivitesiyle nasıl ilişkili olduğunu belirlemek için araştırmalar devam etmektedir. Bu araştırma esas olarak akşam çuha çiçeğinin yapraklar, gövdeler ve tohumlar gibi çeşitli kısımlarından elde edilen özlerin kullanım alanlarıyla ve faydalarıyla ilgilidir (1).

Oenothera Biennis Kimyasal Bileşimi

Oenothera biennis, Onagraceae familyasına ait bir bitkidir. Akşam çuha çiçeğinin (Oenothera L.) familyasındaki en kalabalık tür, aynı zamanda en iyi çalışılmış biyolojik aktiviteye sahip olan türdür. (5). Yaygın adı “çuha çiçeği” olan Oenothera biennis, Oenothera biennis dünyanın farklı bölgelerinde yetişmektedir (6).

Oenothera biennis'in sulu yaprak özütü fenolik bileşikler (örneğin, ellagitanninler ve kafeoil tartarik asit) ve flavonoidler (kuersetin glukuronid ve kaempferol glukuronid) içerir. Akşam çuha çiçeğinin yapraklarında bulunan tanenler arasında oenothin A ve oenothin B bulunur. Ekstraktlarda bulunan karbonhidratlar arasında arabinoz, galaktoz, glikoz, mannoz, galakturonik asit ve glukuronik asit bulunur (5).

Bitkinin kökü metanolik özütü ayrıca önemli miktarda ksantin (9H-ksantin-9-on) ve dihidroksiprenil ksantin ve setoleilil diglukozid gibi çeşitli biyolojik ve farmakolojik özelliklere sahip türevlerine sahiptir (7).

Oenothera biennis tohumlarından elde edilen ticari adı EPO olan akşam çuha çiçeği yağı (EPO), çeşitli inflamatuvar hastalıklardaki potansiyel terapötik etkileri nedeniyle dikkat çekmektedir. EPO, vücuttaki anti-enflamatuvar maddelerin öncüsü olan linoleik asit (LA) ve gama-linolenik asit (GLA) dahil olmak üzere esansiyel yağ asitleri (EFA'lar) bakımından zengindir. GLA, bağışıklık tepkilerini modüle edebilen ve enflamasyonu azaltabilen güçlü bir anti-enflamatuvar aracı olan prostaglandin E1'e (PGE1) metabolize edilir. Ayrıca EPO, antioksidan ve anti-enflamatuvar özelliklere sahip flavonoidler ve fenolikler gibi diğer biyoaktif bileşikler de içerir. Polifenoller ve flavonoidler başlıca gallik asit, kafeik asit, epikateşin, kumarik asit, ferulik asit, rutin ve rosmarinik asittir (8).

Oenothera biennis bitkisinin tüm kısımlarının ortak bileşenleri yağ asitleri, fenolik asitler ve flavonoidlerdir (5). Genellikle, akşam çuha çiçeği yağı, soğuk presleme yöntemi kullanılarak Oenothera biennis tohumlarından elde edilir. Çuha çiçeği yağı, linoleik asit (%60-80) ve γ -linolenik asit (%8-14) olmak üzere iki tür omega-6 yağ asidine sahiptir (6).

Oenothera Biennis Biyolojik Aktivitesi

Akşam çuha çiçeği yağının biyolojik etkisi, bileşiminin ve bileşenlerinin biyolojik özelliklerinin bir sonucudur. Miktar açısından en önemli bileşenler, esas olarak omega-6 asitleri grubuna ait olan linoleik asit (LA) ve γ -linolenik asit (GLA) olmak üzere çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) olduğundan daha ayrıntılı incelenmiştir (5).

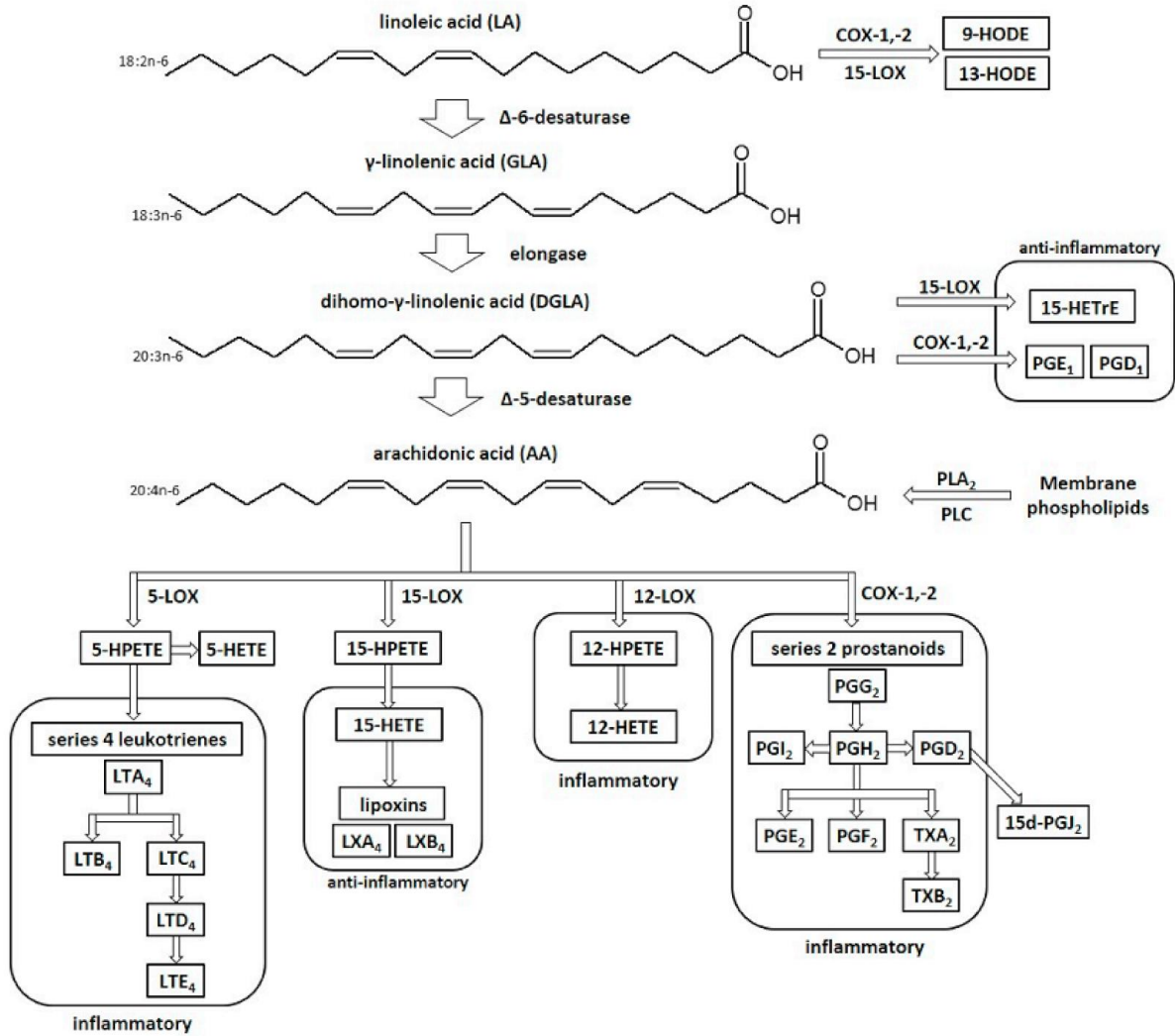
Akşam çuha çiçeği triasilgliserollerindeki γ -linolenik asidin yüzdeleri %10, linoleik asit asidin yüzdeleri %70'dir. Her iki bitkinin tohum lipitleri sadece yağ asitlerinin niceliksel

ve niteliksel bileşiminde değil, aynı zamanda triasilgliserollerin kimyasal yapısında da farklılık gösterdi. Akşam çuha çiçeği tohumlarından elde edilen yağ 13 triasilgliserol fraksiyonunun bir karışımı içerir (9).

Çuha çiçeği yağı (EPO), diabetes mellitus, atopik egzama, menopozal ateş basmaları ve mastaljiye bazı sonuçlar göstermiştir. Ancak kronik el dermatiti, tardif diskinezi, psoriatik artrit, kistik fibroz, hepatit B, adet öncesi sendromu, kontakt lens ilişkili kuru gözler, akne vulgaris, meme kisti, preeklampsi, sedef hastalığı veya primer Sjogren sendromunda etkililik göstermemiştir. EPO tüketiminden sonra multipl sklerozdan bazı sonuçlar bildirilmiştir. Sağlıklı gönüllüler üzerinde yapılan çalışmalar, EPO'nun epidermal atrofi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstermiş olsa da, nemlendirme ve bariyer fonksiyonu açısından cilt üzerinde olumlu etkiler elde edilmiştir (10). GLA'nın bozulmuş oluşumunun bir sonucu olarak, atopik hastalarda prostaglandin E 1'in (PGE 1) endojen üretimi azalır, bu da bağışıklık düzensizliğine ve proinflatuar prostaglandinlerin (PGE 2 ve PGF 2) baskınlığına yol açarak dermatite neden olur. Akşam çuha çiçeği yağı, yapısındaki linoleik asit ve GLA sebebiyle atopik dermatit tedavisinde kullanılmaktadır (11).

Delta-6 (D6D) desaturazlar, PUFA metabolizmasında anahtar enzimlerdir. Birkaç faktör (örneğin hiperglisemi, hipertansiyon, kan lipitleri, statinler ve diyet ve biyolojik dokulardaki yağ asitleri) desaturaz aktivitesini etkileyebilir. Akşam çuha çiçeği yağının temel bileşeni linoleik asittir ve Δ -6-desaturazın etkisi nedeniyle γ -linolenik aside metabolize olma olasılığı önemli bir noktadır. Δ -6-Desaturaz (D6D) aktivitesi karaciğer, beyin, kalp ve akciğer hücrelerinde en yüksektir (12).

Bu, diğerlerinin yanı sıra astımın gelişiminde rol oynayan lökotrienlerin pro-inflatuar etkisinin inhibisyonuna katkıda bulunur (13) (Şekil 1).



Şekil 1. Lökotrienlerin pro-inflamatuvar etkisi

Akşam çuha çiçeği yağı yüksek oranda LA ve GLA içerir ve epidermal bariyeri güçlendirir, epidermis yoluyla aşırı su kaybını normalleştirir, cildi yeniler ve hem topikal hem de oral uygulamalardan sonra pürüzsüzlüğü artırır (14). Oral EPO kullanımının oral izotretinoin tedavisinin etkinliğini etkilemediğini ve kserotik keilit ile kuruluk hissini iyileştirdiğini gözlemlenmiş. Akne hastalarının, daha az mukokutanöz yan etkisi nedeniyle EPO ile tedaviye daha iyi uyum sağladığı görülmüştür (15). Özellikle çuha çiçeği yağının besin takviyesi olarak tüketilmesinin, Multipl Skleroz hastalığının moleküler patogenezinin iyileşmesine katkı sağlayacağı söylenebilmektedir (16).

Genel olarak, çağdaş literatür oldukça heterojendir ve EPO'nun inflamatuvar bozukluklardaki etkinliğine ilişkin güçlü önerilerde bulunmamaktadır. Daha kesin sonuçlar çıkarmak ve O. biennis yağının inflamatuvar durumları hafifletmede güven verici bir tedavi seçeneği olarak etkinliğini belirlemek için daha fazla yüksek kaliteli çalışmaya ihtiyaç vardır (10).

Sonuç

Akşam çuha çiçeğinin (*Oenothera biennis*) kimyasal bileşimi, özellikle tohumlarından elde edilen yağ ve bileşenlerinin biyolojik aktivitesi belirlendikten sonra, vücuttaki temel yağ asitlerinin eksikliğini tamamlayan doğal bir besin ürünü olduğu söylenebilir. Bu sebepten

dolayı akut ve kronik inflamasyonun tedavisinde faydalıdır. Vücudun metabolizmasını, patolojik durumların gelişmesine neden olan durumlarda savunma mekanizmasını destekler.

Kaynaklar

1. Mihulka S, Pyšek P. Invasion history of *Oenothera* congeners in Europe: a comparative study of spreading rates in the last 200 years. *Journal of Biogeography*. 2001;28(5):597-609.
2. Rezapour-Firouzi S, Arefhosseini SR, Farhoudi M, Ebrahimi-Mamaghani M, Rashidi M-R, Torbati M-A, et al. Association of expanded disability status scale and cytokines after intervention with co-supplemented hemp seed, evening primrose oils and hot-natured diet in multiple sclerosis patients. *BioImpacts: BI*. 2013;3(1):43.
3. Rebas E, Rzajew J, Radzik T, Zylinska L. Neuroprotective polyphenols: a modulatory action on neurotransmitter pathways. *Current neuropharmacology*. 2020;18(5):431-45.
4. Singh S, Kaur R, Sharma SK. An updated review on the *Oenothera* genus. *Zhong xi yi jie he xue bao= Journal of Chinese Integrative Medicine*. 2012;10(7):717-25.
5. Timoszuk M, Bielawska K, Skrzydlewska E. Evening primrose (*Oenothera biennis*) biological activity dependent on chemical composition. *Antioxidants*. 2018;7(8):108.
6. Mahboubi M. Evening primrose (*Oenothera biennis*) oil in management of female ailments. *Journal of menopausal medicine*. 2019;25(2):74-82.
7. Ahmad A, Singh DK, Fatima K, Tandon S, Luqman S. New constituents from the roots of *Oenothera biennis* and their free radical scavenging and ferric reducing activity. *Industrial Crops and Products*. 2014;58:125-32.
8. Fecker R, Buda V, Alexa E, Avram S, Pavel IZ, Muntean D, et al. Phytochemical and biological screening of *Oenothera biennis* L. hydroalcoholic extract. *Biomolecules*. 2020;10(6):818.
9. Zadernowski R, Polakowska-Nowak H, Rashed A, Kowalska M. Lipids from evening primrose and borage seeds. 1999.
10. Sharifi M, Nourani N, Sanaie S, Hamedeyazdan S. The effect of *Oenothera biennis* (Evening primrose) oil on inflammatory diseases: a systematic review of clinical trials. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2024;24(1):89.
11. Senapati S, Banerjee S, Gangopadhyay DN. Evening primrose oil is effective in atopic dermatitis: a randomized placebo-controlled trial. *Indian journal of dermatology, venereology and leprology*. 2008;74:447.
12. Zietemann V, Kröger J, Enzenbach C, Jansen E, Fritsche A, Weikert C, et al. Genetic variation of the FADS1 FADS2 gene cluster and n-6 PUFA composition in erythrocyte membranes in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Potsdam study. *British journal of nutrition*. 2010;104(12):1748-59.
13. Surette ME, Koumenis IL, Edens MB, Tramposch KM, Clayton B, Bowton D, et al. Inhibition of leukotriene biosynthesis by a novel dietary fatty acid formulation in patients with atopic asthma: a randomized, placebo-controlled, parallel-group, prospective trial. *Clinical therapeutics*. 2003;25(3):972-9.
14. Muggli R. Systemic evening primrose oil improves the biophysical skin parameters of healthy adults. *International journal of cosmetic science*. 2005;27(4):243-9.
15. Park KY, Ko EJ, Kim IS, Li K, Kim BJ, Seo SJ, et al. The effect of evening primrose oil for the prevention of xerotic cheilitis in acne patients being treated with isotretinoin: a pilot study. *Annals of dermatology*. 2014;26(6):706.
16. Bulut H, Teloğlu EŞ, Şentürk H, Üstünova S, Güleken Z, Selek Ş. Çuha Çiçeği ve Sari Kantaron Yağlarının Multiple Skleroz Modeli Oluşturulmuş Farelerdeki Jak/Stat Sinyal Yolakları Üzerine Etkisi. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2022;24(2):225-35.



ENHANCING SUSTAINABILITY THROUGH ADAPTIVE SYSTEM ARCHITECTURES

Maria Sanchez, Arjun Desai, Lingwei Zhou, Natalia Popova
Department of Information Systems, University of Barcelona, Spain

Abstract:

This paper highlights the critical role of adaptive system architectures in achieving sustainability within data centers and broader infrastructure. Such architectures enhance adaptability to business and user demands, support robust disaster recovery frameworks, and promote high availability with low-cost maintenance. Adaptive architectures significantly contribute to three key areas of sustainability: economic viability, environmental responsibility, and social progress, collectively known as the three pillars of sustainable development. When implemented, adaptive architectures provide businesses with the flexibility to embrace emerging technologies, foster innovation, enable platform independence, and strengthen resilience against disruptions. A primary advantage is the facilitation of energy-efficient practices, leading to cost reductions, waste minimization, and productivity gains, while significantly lowering carbon emissions through advanced monitoring systems. By optimizing design to utilize resources efficiently, these architectures diminish environmental footprints by leveraging eco-friendly materials. This study also explores the cultural shift toward reusing and recycling natural resources, underscoring the need to maintain a circular economy. Additionally, given the widespread reliance on computing, the paper delves into data center-specific architectures to illustrate their scalable benefits.

Keywords: Adaptive System Architectures, Sustainability, Resource Optimization, Energy Efficiency, Resilient Infrastructure

ESTABLISHING A COMPREHENSIVE ASSESSMENT FRAMEWORK FOR BUILDING COMPONENT SUSTAINABILITY

Elena Kovalevskaya, Dimitrios Xenopoulos, Esha Sharma, Jian Li, Henrietta Lefèvre

University: National Institute of Sustainable Construction, Sweden

Abstract:

The building and construction industries contribute significantly to global energy consumption and carbon emissions, prompting international efforts to tighten regulations on sustainability, material reuse, and social responsibility. Despite the rise of sustainability tools for early-stage design, a standardized framework for evaluating the circularity of individual building components remains lacking. Conventional methods emphasize carbon footprint assessments without encompassing a broader life cycle perspective. This research presents an inclusive framework that integrates key metrics and life cycle stages tailored to architectural products such as doors, windows, and facades. The proposed tool offers designers real-time metrics and incorporates the disassembly and recyclability aspects of these components, addressing gaps in existing sustainability standards. Current approaches to evaluating metal components adhere to cradle-to-grave assessments and Global Warming Potential (GWP) metrics for Environmental Product Declarations (EPDs). The framework expands on traditional methods by including additional metrics such as the Water Circularity Index (WCI), Energy Circularity Index (ECI), and Social Circularity Index (SCI), as well as calculations for Life Cycle Economic Value (EV) and biodiversity risk. This comprehensive approach facilitates more targeted sustainability assessments aligned with specific product requirements. For instance, low Material Circularity Index (MCI) scores often result from the high disposal rates of glass components. The disassembly and recycling challenges can be better addressed through enhanced sustainability metrics, focusing on real-time evaluations. Concepts such as Design for Disassembly and Urban Mining are explored to integrate disassembly at the design stage, expanding beyond isolated project-based initiatives to influence large-scale commercial markets. By refining LCA methodologies and incorporating broader environmental and social indicators, the assessment of building components can drive the decarbonization of the construction sector.

Keywords: Architectural products, early-stage design, life cycle assessment, sustainability metrics, circularity indicators



ADAPTIVE RESILIENT ARCHITECTURE: STRATEGIES FOR FLOOD MITIGATION

Ravi K. Sharma, Mei Lin Wei

University: National Institute of Technology, **India**

Abstract:

This article explores strategies to employ innovative technologies that enhance the resilience of housing in flood-prone regions. Through an analysis of seven adaptive and floating housing projects, it presents a set of design guidelines to implement this approach. The study's originality lies in the application of adaptive building technologies to housing typologies vulnerable to flood risks. This approach can be replicated in various contexts, empowering communities with the capacity to withstand rising water levels during floods. The study provides adaptable design principles to reinforce housing structures in flood-affected areas, thereby contributing to disaster mitigation efforts.

Keywords: Adaptive architecture, disaster resilience, floating structures, flood risk management, resilient housing



BETWEEN TADAO ANDO AND CHARLES CORREA: AN ‘AFFINITARIAN’ ARCHITECTURAL INQUIRY

Rina Sato

National University of Singapore, Singapore

Abstract:

In navigating the space between theory and practice, architects and designers continually engage in an unending process of connecting epochs, structures, and visual elements. An infinite series of ‘affinities’ arises from a mysterious and personal magnetic connection. This paper adopts a ‘warburgian’ lens to juxtapose two iconic twentieth-century modern architects from Japan and India, focusing on their trajectories and thought-practice. It investigates their individual and collaborative works, drawing insights from comprehensive fieldwork, bibliographical studies, and archival research. Specifically, it examines the potential ‘affinities’ between two landmark architectural projects: Tadao Ando’s Church of the Light in Osaka (Japan) and Charles Correa’s Jawahar Kala Kendra in Jaipur (India). The research includes a meticulous study of the sites, extensive literature reviews, and a final critical evaluation.

Keywords: Ando, Correa, architecture, affinities.

"INNOVATIVE DESIGN OF ADAPTIVE TEMPORARY SHELTERS FOR DISPLACED COMMUNITIES"

A. Jamsran, T. Davaajargal, E. Erdene, K. Sukhbaatar, L. Amarsanaa, B. Bat-Erdene, N. Bold, D. Ganbold

University National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract:

Forced displacement due to conflicts, natural disasters, or other crises often leaves individuals in vulnerable situations, necessitating immediate access to shelter. Temporary shelters, designed to address the urgent needs of displaced communities, must be adaptable, functional, and efficient. These shelters are characterized by lightweight, sustainable structural systems, modularity, rapid assembly, and transportability. The design of these shelters often involves multi-phased approaches that address emergency response, temporary sheltering, and permanent reconstruction. While emergency shelters serve to provide immediate aid, temporary and transitional shelters, also referred to as "T-shelters," offer a more stable environment during recovery and rebuilding periods. Among these, temporary shelters are extensively studied in the literature due to their diverse inhabiting functions and long-term usage. However, challenges such as non-expandable designs for large families, short-term structures that deteriorate conditions, inadequate weather protection, and complex installation systems can impact habitability. To address these issues, the development of adaptive shelters that feature lightweight components, rapid assembly, and durable materials to withstand harsh conditions is essential. This study presents an overview of existing temporary shelter designs and proposes a foldable plate-based shelter system that is easy to transport and assemble. The proposed design is evaluated in terms of movement capacity, transportability, and flexibility, offering an innovative solution to the problems faced in current temporary sheltering practices. This research contributes to the field by systematically analyzing deployable shelters and presenting a practical, adaptive design that meets essential requirements.

Keywords: Deployable structures, displacement, foldable plates, adaptive shelters, modular designs.



STRATEGIC APPROACHES TO FINANCING AFFORDABLE HOUSING IN EMERGING ASIAN ECONOMIES"

Amir Khan, Nguyen Thi Lan Huong

Department of Urban Planning, University of Social Sciences and Humanities, Vietnam

Abstract:

The challenge of providing affordable housing (AH) for urban populations in emerging Asian economies persists despite extensive research and policy interventions. This study explores innovative supply-side solutions to AH finance challenges by examining expert insights and strategies. In-depth interviews and focus group discussions were conducted with housing experts in Vietnam. Using descriptive, content, and systematic thematic analyses, the findings reveal that tailored financial models targeting low-income groups are critical in addressing AH finance issues. Additionally, the implementation of rent control policies, strategic Public-Private Partnerships (PPPs) such as inclusionary housing and land-value capture mechanisms, and comprehensive urban renewal initiatives to educate and empower low-income populations are pivotal in achieving effective AH finance. These findings offer valuable insights into advancing sustainable development goals and enhancing affordable housing strategies across emerging economies in Asia. The study's originality lies in its expert-based exploration, leading to a comprehensive framework of key solutions to affordable housing finance challenges. The data from this research contribute significantly to future studies focusing on pro-poor housing policies in developing countries.

Keywords: Affordable housing, emerging economies, housing finance, public-private partnership, urban renewal, pro-poor policies



RETHINKING ARCHITECTURE FOR A SUSTAINABLE FUTURE: INTEGRATIVE APPROACHES IN THE AGE OF CLIMATE CRISIS

Ayanthi Perera, Wei Ming Zhu

School of Architecture, National University of Singapore, Singapore

Abstract:

This article employs reflexivity as a research method to propose an architectural theory plan addressing climate change. It posits that in order to develop discourse on "architectural paradigms and climate change," it is essential to comprehend the modes of integration that align architectural thinking with climate considerations. The research examines various historical modes of integration and situates them within contemporary contexts. It subsequently analyzes integration patterns, challenges prevailing models, and explores pathways that position climate change as central to architectural thinking. The study fundamentally argues that ecological and climate change research has consistently highlighted the asymmetrical and nonlinear knowledge gaps in architecture. Thus, it calls for approaches that reduce the ecological burden while minimizing the impact of architecture on climate change.

Keywords: Climate change, architectural theory, reflexivity, sustainability, integration.



DESIGN RECOMMENDATIONS FOR INCLUSIVE HOUSING TO MEET DIVERSE ACCESSIBILITY NEEDS

L. Nakamura, S. Gupta, J.-H. Kim, M. Rizwan

National University of Singapore, Singapore

Abstract:

Adequate housing is a fundamental human right and a crucial element of public health. To ensure inclusivity, accessibility, and adaptability to the diverse needs of inhabitants at all life stages, housing must support health, autonomy, and independence. This article highlights the critical need for inclusive housing designs that cater to individuals with disabilities, acknowledging the varying abilities, preferences, and cultural contexts. Drawing on the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) framework, the study characterizes wheelchair users, individuals with achondroplasia, and children with autism spectrum disorder and Down syndrome. Six essential domains of daily activities within homes are defined. The research identifies prevalent barriers and suggests architectural and design strategies to improve accessibility. These strategies are categorized into three primary groups: spatial planning, building services, and supportive facilities. Emphasis is placed on consulting experts and experienced users to develop inclusive, safe, and adaptable housing for people with disabilities.

Keywords: Achondroplasia, autism spectrum disorder, disability, Down syndrome, inclusive design, wheelchair accessibility.

ASSESSMENT OF FIRE HAZARDS ASSOCIATED WITH FUEL STATIONS AND LAND-USE PLANNING CONSIDERATIONS IN CHIANG MAI, THAILAND

P. Sukjai, W. Thammarat, L. Noppakun

Affiliation:

Department of Environmental Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Abstract:

Fuel stations play a critical economic role but present significant fire and explosion risks, which have implications for public safety. This study explores the extent to which land-use planning in Chiang Mai, Thailand, addresses fire hazards posed by fuel stations and examines the implications for public safety and emergency response preparedness. The study identifies land-use types surrounding fuel stations in Chiang Mai and evaluates their compliance with local, national, and international land-use planning regulations. A mixed-method approach was used, integrating geospatial and qualitative data, focusing on fuel stations within a five-kilometre radius of Chiang Mai's central district. The research analyzes the risk of fires and explosions at these fuel stations and assesses Chiang Mai Municipality's institutional preparedness to handle such events. The findings reveal that fuel station locations do not align with good practices in land-use planning, exposing surrounding areas to increased fire risks. Moreover, land-use planning does not adequately factor in the technological hazards posed by fuel stations. Despite the likelihood of significant fires, Chiang Mai Municipality's preparedness to respond to fuel station fires remains limited, with a greater focus on more frequent incidents.

Keywords: Fuel stations, fire risk, disaster risk reduction, urban planning, hazard assessment.

REINTERPRETING PERSPECTIVE: THE REVIVAL OF SPATIAL REPRESENTATION IN RENAISSANCE ITALY

Lila Tanaka, Amir Rashid, and Hiroshi Nakamura

University: National University of Arts, Japan

Abstract:

During the early modern era, a transformative perception of humanity emerged across Europe, emphasizing the self-directed individual and their capabilities. This shift was prominently reflected in Italian art and architecture, which began to revive classical antiquity's principles and aesthetics. Pioneering advancements such as Filippo Brunelleschi's discovery of linear perspective and Leon Battista Alberti's subsequent refinement of orthogonal projection reintroduced ancient optical knowledge that had been obscured during the Middle Ages. In contrast to the medieval worldview, heavily influenced by ecclesiastical doctrines, this study explores the empirical rediscovery and evolution of perspective. With a renewed focus on the architect's role—echoing Vitruvius's ideal of a well-rounded cultural figure—the research delves into the impact of these developments on Quattrocento painting and the architectural representations that characterized the Baroque era. The Baroque period, often associated with illusionism, stands in contrast to the Renaissance's tangible reality. The findings illustrate that Brunelleschi's central perspective projection fundamentally altered the perception of visual experience and facilitated the reproduction of images. Alberti later streamlined Brunelleschi's method for artists, thereby influencing early modern Italian architecture and painting, which mutually reinforced each other. Initially, architectural representation emerged as an art form before being integrated into practical building techniques.

Keywords: Brunelleschi, Alberti, Linear perspective, Renaissance art, Baroque architecture.

EVALUATING PEAK DEMAND PROJECTIONS FOR OFFICE BUILDINGS UTILIZING EQUEST

Yuki Tanaka, Aisha Kim, Chen Wei, Amir S. Ahmad

University: Tokyo Institute of Technology, Japan

Abstract:

The Ministry of Housing and Urban Development in Japan oversees the management of numerous office buildings across the nation. In line with governmental initiatives to achieve carbon neutrality, there is a pressing need to transition away from natural gas and other fossil fuels for heating purposes. Simultaneously, enhancing the resilience of these facilities against disruptions in the electric grid is paramount. To address these objectives, the integration of on-site renewable energy sources, including solar photovoltaic and geothermal systems, alongside microgrid power control strategies, is essential. This planning requires a comprehensive analysis of current and projected electricity consumption patterns over varying timeframes, with a specific focus on the energy demands of heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) systems. This study presents case studies for two office buildings modeled using the QUick Energy Simulation Tool (eQUEST). Both buildings utilize grid electricity and solar photovoltaics, with one additionally employing natural gas. The electricity usage data is available in hourly increments, while natural gas consumption data is provided monthly. The simulations were structured around these data intervals to align with the typical reporting practices of similar facilities. Upon completion, the simulation outcomes are benchmarked against industry standards to verify energy use models. The comparison of simulated peak demands with actual monthly peak demand metrics reveals discrepancies within 30%. These findings will inform future energy management strategies for the Ministry of Housing and Urban Development.

Keywords: Building Energy Modeling, eQUEST, peak demand, renewable energy integration.

Title: FRAMEWORK DEVELOPMENT FOR DIGITAL TWINS IN THE BUILT ENVIRONMENT

Mei Zhang, Hiroshi Tanaka, Ayesha Khan,

University of Tokyo, Japan

Abstract:

Digital Twins (DTs) have emerged in the built environment, drawing insights from sectors like aviation and manufacturing. However, a cohesive strategy for their extensive application has yet to be established. The integration of DTs into the built environment has not been accompanied by comprehensive guidelines detailing their implementation and the specific roles of project stakeholders in realizing a DT vision. This paper proposes a foundational framework tailored to the unique needs of the built environment. It aligns the project timeline with the International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) guidelines, which delineate project stages including definition, design, construction, handover, and utilization of built assets. These stages resonate with practices in various countries, making the recommendations derived from expert interviews universally applicable. Furthermore, there is a notable absence of mainstream software solutions that fully harness DT capabilities, complicating efforts to achieve an interconnected national grid of DTs. This research highlights the necessity for a clear starting point for the construction industry to capitalize on these advancements. The study offers a comprehensive exploration of DT applications and implications in the built environment. It forms a critical component of broader research aimed at creating a conceptual framework for the Architecture, Engineering, and Construction (AEC) sector within a conventional project timeline. This paper provides valuable insights and a structured approach for integrating the potential of DTs into the built environment. Initially, it conducts a literature review, acknowledging the limitations of existing sources. Subsequently, it presents a qualitative analysis based on interviews with 14 DT experts, culminating in an inductive examination of the findings, which illuminate the challenges and advantages of DT in framework development. As the industry strives for net-zero design and enhanced project efficiencies, leveraging limited resources to support DTs is essential for advancing digitalization, with AEC stakeholders playing a crucial role from the project's inception.

Keywords: Digital twins, decision making, design, net-zero, built environment.



INFLUENCING FACTORS FOR ADOPTING SUSTAINABLE CONSTRUCTION PRACTICES IN ASIAN RESIDENTIAL DEVELOPMENT

Haruto Yamamoto, Aisha Rahman, Li Wei, Siti Noor

University Hanoi University of Science and Technology, Vietnam.

Abstract:

Despite facing criticism for its slow uptake, the sustainable construction approach is gaining traction, especially in the development of residential properties. This study aims to explore the factors that impact the adoption of sustainable building practices in residential developments. A qualitative methodology was employed, utilizing semi-structured interviews with 40 construction professionals working on residential projects in Hanoi, Vietnam, to gather primary data. The data were analyzed through thematic content analysis. The findings indicate that while respondents are generally knowledgeable about sustainable construction principles, these practices remain underutilized in Vietnam's residential sector due to challenges such as regulatory approval processes, potential increases in rental costs, material expenses, technical difficulties, contractual disputes, and insufficient awareness. The paper emphasizes the urgent need for stakeholders to implement strategies that enhance the adoption of sustainable construction practices and suggests incentivizing such developments through reduced property taxes.

Keywords: Sustainable construction, residential development, Vietnam, adoption factors.



ADAPTING SPATIAL DESIGN TO PANDEMIC CHALLENGES: A FRAMEWORK FOR FUTURE RESILIENCE

Amina Khosravi, Mei Lin Zhang

University: University of Tokyo, Japan

Abstract:

Pandemics throughout history have necessitated significant alterations in human environments. The COVID-19 pandemic underscored the critical importance of aligning spatial design with emerging health directives and constraints. This study investigates spatial design across five scales—object, space, architecture, city, and infrastructure—to address the ramifications of the pandemic. From the onset of COVID-19, various spontaneous changes have been observed in spatial usage, particularly in flexible areas like workplace furniture arrangement. Comprehensive adaptation of spatial design to pandemic-related conditions is essential both during and post-crisis. This research explores the historical impacts of pandemics, identifying three main categories: ramifications, solutions, and paradigm shifts. It presents analytical insights on developed solutions and integrates epidemiological principles to inform spatial design. Ultimately, a set of guidelines for effective spatial adaptation across the five identified scales is proposed to enhance resilience against future pandemics, with an emphasis on the need for ongoing flexibility in these guidelines.

Keywords: Pandemics, COVID-19, spatial design, resilience, adaptation, guidelines.

THE RISE OF CONSTRUCTION SYNDICATES IN SOUTH AFRICA: CONSEQUENCES FOR THE CONSTRUCTION SECTOR

Aisha Khan, Rajiv Mehta, Lin Chen

University of Malaya, Malaysia

Abstract:

The South African construction industry faces significant challenges due to the rise of construction syndicates, often referred to as construction mafias. These groups have led to increased disruptions and even abandonment of construction projects, resulting in job losses for workers in the sector. This paper investigates the origins of construction syndicates and their ramifications for the industry, while also proposing strategies to mitigate their influence. Utilizing a qualitative research methodology, the study collected data through open-ended interviews with 30 stakeholders, including contractors, subcontractors, consultants, and members of construction project communities. The analysis employed both content and thematic techniques to extract insights from the data. Findings reveal that many participants lack a comprehensive understanding of construction syndicates and their operations. These syndicates often present themselves as legitimate local business forums, demanding substantial payments—typically around 30% of the project value—under the threat of intimidation and violence. Their activities have led to significant delays in project timelines, abandonment of worksites, and economic losses for contractors and workers alike. While interviews with construction stakeholders were feasible, direct engagement with syndicate members was not possible due to safety concerns associated with their activities. As a result, construction project owners frequently encounter disruptions, incurring losses of equipment, materials, and revenue. This study underscores the urgent need for increased awareness among construction industry stakeholders about the nature and effects of construction syndicates on project execution and performance. The insights gained will facilitate a better understanding of these syndicates within the South African context, aiding stakeholders in devising effective responses to the disruptions they cause. This research serves as an initial exploration aimed at developing strategies to manage the challenges posed by construction syndicates in South Africa.

Keywords: Construction syndicates, disruptions, South African construction sector, stakeholder awareness, project management.



STRATEGIES FOR ACHIEVING ENERGY SUSTAINABILITY IN MODERN ENTERPRISES

Mei Lin Zhang, Haruto Tanaka, Amina K. Rahman,
University: University of Tokyo, Japan

Abstract:

As industries transition into the era of Artificial Intelligence (AI) and cloud computing, reliance on advanced machine learning algorithms and energy-efficient technologies is paramount. This evolution necessitates innovative methodologies for energy production and conservation, aimed at addressing the rapid depletion of natural resources. The foundational elements of sustainability—Economic, Environmental, and Social—are encapsulated by the 3 P's: People, Planet, and Profits. These principles are critical in establishing a sustainable framework within enterprises. The increasing demand for renewable energy and heightened concerns regarding carbon emissions compel industries to integrate sustainability into their business models. This paper examines various driving factors, including climate change, natural disasters, pandemics, disruptive technologies, corporate governance, scalable business models, and the rise of social media and AI platforms, which significantly impact the three pillars of sustainability. We aim to provide a comprehensive overview of enterprise strategies that prioritize cultural shifts towards energy-efficient operational models. Ultimately, numerous industries are adopting sustainability principles, such as reducing energy expenditures, minimizing greenhouse gas (GHG) emissions, enhancing waste management and recycling practices, implementing advanced monitoring systems, and optimizing IT infrastructure to foster a sustainable future.

Keywords: AI, cloud computing, energy efficiency, sustainability, corporate governance.



FUNDING SUSTAINABLE INITIATIVES: A STUDY ON CROWDFUNDING FOR ECO-FRIENDLY PROJECTS IN AZERBAIJAN

Aydin Mammadov, Leyla Aliyeva, Rauf Hasanov, Fidan Aliyeva, Tural Jafarov, Narmin Mammadova

University: Baku State University, Azerbaijan.

Abstract:

This study explores the potential of crowdfunding as a viable funding source for eco-friendly projects in Azerbaijan, while addressing the challenges of promoting sustainable energy consumption. To effectively encourage participation, it is essential to assess the awareness of crowdfunding and its associated green projects among the Azerbaijani populace, as well as their preferences and willingness to engage in this funding method. Our research investigates the correlation between environmental awareness and the likelihood of supporting crowdfunding initiatives for green projects. A survey was conducted to evaluate public perceptions and attitudes towards crowdfunding within the context of environmental initiatives. We collected 450 responses through an online questionnaire utilizing convenience and snowball sampling techniques for data analysis. The findings indicate that while there is limited familiarity with crowdfunding among Azerbaijanis, there is a strong interest in investing in green projects, particularly when potential returns on investment are highlighted.

Keywords: Crowdfunding, eco-friendly projects, renewable energy, Azerbaijan, sustainable initiatives, public awareness.

PATHWAYS TO ACHIEVING NET ZERO ENERGY IN OFFICE SPACES: A RETROFIT CASE STUDY FOR TROPICAL CLIMATES

Siti A. Rahman, Prof. Dr. Budi S. Nugroho

University: Universitas Indonesia, Indonesia

Abstract:

This study examines the retrofitting of an outdated office building to transform it into a net-zero energy building (NZEB). The case study focuses on an existing small office structure located in Jakarta, Indonesia, where advanced design strategies and energy-efficient systems were implemented to enhance overall building performance and minimize energy consumption. The research aimed to identify effective methods for maximizing energy savings and harnessing renewable energy sources to fulfill the building's energy requirements necessary for attaining net-zero energy objectives. Various retrofit strategies were evaluated and adopted, incorporating significant decision-making factors. The study meticulously documents the processes and considerations vital for achieving zero energy, along with key lessons learned. Through building energy simulations, a range of design factors were explored, including cutting-edge technologies, material choices, building envelope improvements, HVAC optimization, lighting systems, and occupancy load assessments, alongside the integration of renewable energy sources. A comparative analysis of simulation outcomes was conducted to ascertain how specific techniques contributed to energy savings and cost reductions. The findings suggest that this small office building can successfully achieve net-zero energy use through strategic design modifications and the implementation of renewable energy solutions.

Keywords: Energy consumption, building energy analysis, energy retrofits, energy efficiency.

ANALYSIS OF ELECTRON DENSITY ANOMALIES IN ENERGY METABOLISM ENZYMES

Dimas Setiawan, Intan R. Kartika

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Abstract:

Numerous entries in the Protein Data Bank (PDB) exhibit varying degrees of localized quality issues, stemming from methods such as X-ray crystallography, Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy, and other experimental techniques. While most PDB entries are evaluated based on global quality metrics, such as R-factor, R-free values, and resolution for X-ray crystallography or phi-psi distribution statistics and average restraint violations for NMR, regional quality often goes unassessed when reusing these structures for various analyses. The interaction of ligands, particularly those crucial to energy metabolism, is of significant interest in protein studies focusing on structural analysis. This research employs a regional quality metric that offers chemically interpretable insights from electron density maps, revealing numerous outliers in structural quality across X-ray crystallographic entries of proteins associated with key biochemical ligands. We conducted comprehensive analyses to identify both specific and general factors that may influence these outliers, including the minimal distance to metal ions, crystal contacts, and isotropic atomic b-factors. Utilizing Fisher's exact tests, we compared regional quality criteria of outlier classifications (top 1%, 2.5%, 5%, or 10%) against these potential factors based on specified cutoffs. Our results consistently indicated a general influence of region-specific normalized b-factors, with minimal specific effects from distances to metal ion contacts and a negligible impact from crystal contact distances. These outcomes suggest that human error is a significant contributor to many outlier regions, necessitating consideration of all contributing factors when detecting areas of low structural quality. Furthermore, screening for regional quality at binding sites is essential when reusing protein structures for studying ligand-bound conformations to avoid misinterpretations due to structural uncertainties or defects.

Keywords: Biomolecular structure, coenzymes, electron density anomalies, X-ray crystallography.

UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR IDENTIFYING POTENTIAL BIOMARKERS IN BREAST CANCER

Prof. Dr. Dwi Anggoro, Dr. Putri Sari, Rahmat Hidayat
Faculty of Medicine, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

Abstract:

Breast cancer (BC) remains the most prevalent cancer among women and is responsible for the highest mortality rates associated with cancer globally. This study aims to explore various classification techniques leveraging artificial intelligence to enhance early diagnosis of BC. We utilized datasets from the Dr. Cipto Mangunkusumo National Hospital in Jakarta, focusing on multiple machine learning (ML) and neural network (NN) classifiers. Employing a random forest algorithm, we identified critical features from a clinical dataset comprising both healthy individuals and BC patients. Key attributes highlighted include glucose levels, body mass index (BMI), resistin, and age. Our analysis encompassed various ML classifier methods, including Decision Tree (DT), K-Nearest Neighbors (KNN), eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), Logistic Regression (LR), Naive Bayes (NB), and Support Vector Machine (SVM), alongside the NN-based Multi-Layer Perceptron (MLP) classifier. Findings demonstrated that the SVM and MLP classifiers achieved the highest accuracy rates of 96% and 92%, respectively. These outcomes suggest that the proposed methodology is effective for cancer cell classification and warrants further experimental studies involving larger datasets for additional cancer types.

Keywords: Breast cancer, health diagnosis, artificial intelligence, biomarker identification, machine learning.

DEVELOPMENT OF A BIOMIMETIC SALTWATER BATTERY UTILIZING ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF BIOLOGICAL SYSTEMS

Maria Santos, Juan dela Cruz, and Leila Reyes

University: University of the Philippines, Philippines

Abstract:

As the global energy landscape shifts towards sustainability, the demand for innovative energy storage solutions is poised to grow, aiming to enhance grid resilience. Current battery technologies pose significant environmental and safety challenges throughout their lifecycle, highlighting the need for alternative solutions. Biological cells, including human neurons and the electrocytes of electric eels, present a sustainable model for developing new bio-inspired (biomimetic) batteries. The electrochemical gradient established across biological cell membranes generates a membrane potential that drives ion transport, analogous to the charging and discharging processes in batteries. This research marks the initial phase in creating such a biomimetic battery cell, focusing on the development and characterization of ion-selective membranes to promote ion transport. Performance metrics (such as cell voltage, power density, specific energy, and roundtrip efficiency) are analyzed and compared with existing battery technologies and biological cells to evaluate the potential of this emerging technology. Utilizing a Na⁺-Form Nafion-117 membrane, this study successfully replicated neuronal behavior, providing insights for re-engineering cell components to optimize device performance.

Keywords: Battery, biomimetic, electrocytes, human neurons, ion-selective membranes, membrane potential.

ENHANCING GENE NAME DETECTION FROM BIOLOGICAL PATHWAY ILLUSTRATIONS USING SIAMESE NETWORKS

Juan Dela Cruz, Maria Santos, Enrique Villanueva, Angela Reyes, Roderick Lim

University of the Philippines, Philippines

Abstract:

The rapid increase in biological research publications has led to a corresponding rise in the number of biological pathway illustrations. These figures encapsulate critical biological data, including gene names and their interrelations. However, the manual annotation of these illustrations is labor-intensive and time-consuming. Although sophisticated image analysis models can expedite the curation process, there remains a need for enhanced accuracy. To optimize gene name detection from pathway figures, we utilized a Siamese network to correlate image segments with a repository of images of known genes, akin to facial recognition in photographic applications. We integrated a triplet loss function with a triplet spatial pyramid pooling network, combining a triplet convolutional neural network with spatial pyramid pooling (TSPP-Net). Our comparison between VGG19 and VGG16 as the Siamese network models revealed that VGG16 outperformed with an accuracy of 93%, significantly surpassing traditional Optical Character Recognition (OCR) methods.

Keywords: Biological pathway, image analysis, gene name detection, Siamese network

FRAMEWORK FOR ASSESSING INFORMATION DYNAMICS IN LIVING ORGANISMS

Alina S. Zhanabayev, Nurzhan A. Askarov

University: Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan.

Abstract:

The evolving field of computational biology increasingly relies on deciphering the information-theoretic frameworks underlying the materials, energy, and interactive mechanisms that define biological systems. The viability and persistence of these organisms hinge on their capacity to acquire and interpret meaningful information about their physical environment (biocontinuum). The pursuit of adaptive system integration in response to deviations from equilibrium within this biocontinuum can be articulated through an information metric-based approach that facilitates actionable knowledge acquisition, leveraging the principles of Kullback-Leibler information minimization guided by survival dynamics. If the mathematical representation of this approach serves as the Lagrangian integrand for changes within the biocontinuum, it may also be viewed as an action functional for living systems. Utilizing the direct method of Lyapunov, this comprehensive mathematical model of global system behavior, driven by energy currents and constraints, provides a basis for stability analysis. As the system adapts over time to perturbations in the biocontinuum, the resulting function conveys critical insights into its overall stability. This stability information is essential for survival and carries significant existential implications for the organism. A negative trajectory in the first derivative of the Lyapunov energy information function indicates a tendency toward equilibrium, whereas a positive trajectory suggests potential instability. The direction and magnitude of this trajectory vector become quantifiable signatures of the meaning associated with the stability information, homeostasis, and survival potential of living systems.

Keywords: Semiotic meaning, Shannon information, Lyapunov, biological systems.

IMPACT OF SILVER NANOPARTICLES ON RRNA MATURATION GENES IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE

Aisulu Kairbekova, Yerbolat Zhanbotaev

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan.

Abstract:

Silver nanoparticles exhibit inhibitory effects on various microorganisms, though the exact mechanisms remain partially understood, often being concentration-dependent and linked to the disruption of membrane permeability. Exploring differential gene expression in response to these nanoparticles can shed light on their inhibitory mechanisms. In this study, silver nanoparticles were synthesized within yeast growth media using a modified Creighton method, and their characteristics were analyzed via UV-Vis spectrophotometry, transmission electron microscopy (TEM), and X-ray diffraction (XRD). Our findings indicate that in yeasts exposed to silver nanoparticles at concentrations below the minimum inhibitory concentration (MIC) of 48.51 $\mu\text{g/ml}$, total RNA levels remained stable while cellular protein levels decreased significantly. Furthermore, expression analysis of the rRNA maturation genes KRR1 and PWP2 revealed reductions of up to 258 and 42-fold, respectively, in comparison to control samples. The potential impact of silver nanoparticles on ribosome assembly and function warrants further investigation.

Keywords: Silver Nanoparticles, yeast, qRT-PCR, KRR1, PWP2.

ASSESSMENT OF ARCOBACTER AND HELICOBACTER PYLORI CONTAMINATION IN FRESH ORGANIC VEGETABLES: A CULTURAL AND MOLECULAR APPROACH

Nikola Marković, Assoc. Prof. Milica Petrović, Prof. Dr. Stefan Jovanović

University of Belgrade, Serbia.

Abstract:

Fresh organic fruits and vegetables are among the most sought-after food products globally. Despite their popularity, there is limited understanding of the microbiological quality and safety of organic produce. The exposure of organic vegetables to pathogenic microorganisms is heightened due to their contact with natural fertilizers such as animal manure and compost during cultivation. This study aimed to investigate the contamination of fresh organic leafy vegetables by two emerging pathogens, *Arcobacter* spp. and *Helicobacter pylori*. A total of 24 samples, consisting of 13 lettuce and 11 spinach, were collected from various ecological markets and analyzed using cultural methods and PCR. *Arcobacter* spp. was identified in five samples (20%) through PCR, with four being spinach and one lettuce. Additionally, one spinach sample tested positive by culture. For *H. pylori*, a specific band for the *VacA* gene was found in 12 samples (50%), including 10 lettuces and two spinach. No positive isolates were obtained from selective media, likely due to low contamination levels and the organism's presence in a viable but non-culturable state. The findings indicate notable levels of contamination by *H. pylori* and *Arcobacter* in organic vegetables typically consumed raw, reinforcing the notion that such foods could serve as transmission routes for these pathogens to humans.

Keywords: *Arcobacter* spp., *Helicobacter pylori*, organic vegetables, Polymerase Chain Reaction, PCR.

ACCELERATED DATA PROCESSING FOR SINGLE-CELL CHROMATIN ACCESSIBILITY USING HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING

Milica Jovanović, Stefan Petrov

University of Belgrade, Serbia

Abstract:

The conventional pre-processing tool for 10X Chromium single-cell ATAC-seq data, Cell Ranger, often exhibits significant processing delays, especially with larger datasets. To enhance efficiency and facilitate reproducible research workflows, we introduce a novel toolkit named scATAK, designed for the rapid pre-processing of single-cell ATAC-seq data. Our approach accelerates data processing by 15 to 18 times compared to Cell Ranger, applicable to both mouse and human samples. Additionally, scATAK computes chromatin interaction potential matrices and generates open chromatin signals along with interaction traces for distinct cell populations. We apply the scATAK toolkit to investigate the chromatin regulatory landscape of a healthy adult human brain, revealing cell-type specific characteristics. This innovative tool offers a practical and computationally efficient solution for processing single-cell ATAC-seq data.

Keywords: single-cell, ATAC-seq, bioinformatics, open chromatin landscape, chromatin interactome

INTEGRATING SEMANTIC LEXICAL INSIGHTS INTO CNN ARCHITECTURE FOR DIAGNOSING PEDIATRIC DISEASES

Marko Petrovic, Ana Jovanovic, Nikola Milic,

University: University of Belgrade, Serbia

Abstract:

The use of electronic medical record (EMR) data for developing disease diagnosis models has emerged as a significant focus in biomedical informatics. Deep learning facilitates the automatic extraction of features from extensive datasets, leading to advancements in EMR data analysis. However, the lack of integrated semantic knowledge within deep learning frameworks poses challenges for practical applications in medical science. This study introduces a novel approach that integrates lexical-semantic knowledge derived from a variety of entities into a convolutional neural network (CNN) architecture aimed at diagnosing pediatric diseases. Initially, medical terminology is transformed into Lexical Semantic Vectors (LSV), which are then combined with word2vec's embedded word vectors to enhance feature representation. Furthermore, the semantic distribution of medical terms functions as a Semantic Decision Guide (SDG) to optimize deep learning models. The performance of the LSV-SDG-CNN model is assessed on four distinct Serbian EMR datasets, with CNN, LSV-CNN, and SDG-CNN serving as baseline models for comparison. Experimental findings indicate that the LSV-SDG-CNN model surpasses the baseline models across all four Serbian EMR datasets, achieving a maximum F1 score of 86.20%. These results illustrate the effective guidance and optimization of CNNs through lexical-semantic knowledge, significantly enhancing disease classification accuracy.

Keywords: lexical semantics, feature representation, semantic decision, convolutional neural network

DYNAMICS OF LAGRANGIAN COHERENT STRUCTURES IN THE WAKE OF SWIMMING NEMATODES

Marko Jovanović, Ana Petrović, and Stefan Radosavljević

University: University of Belgrade, Serbia

Abstract:

This study explores the concept of Lagrangian coherent structures (LCS) in the wake flows produced by the swimming nematode *C. elegans* within an intermediate Reynolds number range of 250-1200. The research reveals Lagrangian hidden structures that represent flow transport barriers. A numerical simulation of the nematode's swimming behavior in a quiescent fluid environment is conducted using a two-way fluid-structure interaction (FSI) method, facilitated by the immersed boundary method (IBM). The incompressible Navier-Stokes equations are fully coupled with Lagrangian deformation equations for the immersed body, utilizing the IB2d computational code. The nematode's body is represented by a parametrized spring-fiber model integrated into the code. The study meticulously analyzes the formation of reverse von-Kármán vortex streets and vortex shedding characteristics through the LCS approach, addressing factors such as grid resolution, integration time, and Reynolds number. The findings demonstrate the presence of various flow regions with differing fluid particle trajectories in the wake of the swimming organism, as well as the emergence of distinct 'mushroom-shaped' structures that define the attracting LCS identities.

Keywords: Lagrangian coherent structure, nematode swimming, fluid-structure interaction, immersed boundary method, vortex dynamics.

THE FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF EVOLUTIONARY FORCES: GENE ENGINEERING THROUGH SYNTHETIC EVOLUTIONARY INTELLIGENCE

A. J. Kovács, M. T. Szabó

University: University of Szeged

Country: Hungary

Abstract:

The influence of evolutionary forces can be observed across various structural levels in nature, from minute molecular systems to vast biospheric ecosystems. However, a comprehensive mathematical or theoretical framework to describe the evolution force and its role in the formation of biological structures remains elusive. In this study, we adopt a novel perspective on evolution and propose the "Fundamental Principles of Evolutionary Forces: FPEF." Utilizing synthetic evolutionary intelligence (SYN-EI), we identified genomic building blocks and engineered 14-3-3 ζ docking proteins by converting gene sequences into time-based DNA codes derived from hierarchical protein structures. These templates facilitated random DNA hybridizations and genetic assembly. By applying hierarchical DNA codes, we accelerated the evolutionary process while mitigating the impact of point mutations. Natural selection was conducted at each hierarchical structural level, with mutations evaluated using Blosum 80 mutation frequency-based algorithms. Remarkably, SYN-EI produced a trio of architecturally conserved docking proteins that preserved the motion and vibrational dynamics of native *Bos taurus* 14-3-3 ζ .

Keywords: 14-3-3 docking proteins, synthetic protein engineering, time-based DNA coding, de novo DNA coding.

RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF SILVER NANOPARTICLES DERIVED FROM CHLOROPHYTUM BORIVILLIANUM AGAINST GAMMA RADIATION-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN SWISS ALBINO MICE

László Szabó, Anna Tóth, Zoltán Kovács

University: University of Debrecen, Hungary

Abstract:

In this study, *Chlorophytum borivillianum* root extract (CBE) was utilized as a reducing agent to synthesize silver nanoparticles, aiming to evaluate their radioprotective effects. The synthesized nanoparticles were characterized using UV-visible spectroscopy (UV-vis), Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR), Transmission Electron Microscopy (TEM), and Scanning Electron Microscopy (SEM). TEM analysis indicated particle sizes ranging from 20 to 30 nm. Swiss albino mice from an inbred colony were used, divided into four groups: group I - control (irradiated with 6 Gy), group II - normal (vehicle-treated), group III - plant extract alone, and group IV - CB-AgNPs (administered at a dose of 50 mg/kg body weight/day) for seven consecutive days prior to irradiation. The pretreatment with CB-AgNPs significantly improved body and testis weights at various post-irradiation time points compared to the irradiated group. Furthermore, CB-AgNPs supplementation effectively countered the negative impacts of gamma radiation on biochemical parameters, significantly reducing lipid peroxidation and restoring glutathione levels in the testes. These findings underscore the radioprotective capabilities of CB-AgNPs in mitigating gamma radiation-induced oxidative stress in murine testicular tissue.

Keywords: *Chlorophytum borivillianum*, gamma radiation, radioprotection, silver nanoparticles.

IMPACT OF VERMICOMPOST FROM COW MANURE TREATED WITH BEETLE LARVAE AND WORM SPECIES ON AGRICULTURAL YIELD

Dr. Zsófia P. Kovács, Assis. Prof. Dr. Gábor T. Székely

University: University of Szeged, Hungary

Abstract:

The dairy industry plays a crucial role in supplying milk and dairy products worldwide, generating significant quantities of cow manure that can negatively impact the environment. The heat produced during the decomposition of this manure can hinder crop germination and growth. To mitigate these adverse effects, various companies have developed vermicompost utilizing different species of worms and larvae. This study investigates the effects of cow manure treated with fruit beetle larvae, waxworms, and tiger worms on plant growth. Results indicate that treatments with tiger worms led to enhanced plant growth, particularly at a compost-manure ratio of 75% compost and 25% cow manure, followed by a 50%-50% compost-cow manure mix. Conversely, plant growth in manure treated with waxworms was significantly lower compared to that in compost enriched with fruit beetles and other treatments, especially at the ratios of 25% compost with 75% cow manure and 100% cow manure, where no growth was observed. Fresh weight metrics—plant, leaf, and root—were notably higher in compost treated with tiger worms at a 75%-25% ratio. No significant differences were found in dry root weight across treatments. Overall, the findings affirm that tiger worm treatment yields the most beneficial outcomes, particularly at the aforementioned compost ratio.

Keywords: Beetle larvae, tiger worms, waxworms, composting, agriculture.

PHYLOGENETIC ANALYSIS OF NYMPHAEA SPECIES BASED ON 18S rDNA SEQUENCES

L. Petrović, M. Šimunić, J. Novak

University of Zagreb, Croatia.

Abstract:

The water lily (*Nymphaea* L.) is the most diverse genus within the Nymphaeaceae family, comprising six genera: *Nuphar*, *Ondinea*, *Euryale*, *Victoria*, *Barclaya*, and *Nymphaea*. These plants are prevalent in tropical and temperate regions worldwide. The classification of certain *Nymphaea* species remains unclear due to significant variations in leaf and flower morphology, including leaf margins and stamen appendages. This study aimed to elucidate the phylogenetic relationships within the genus using 18S rDNA sequences. DNA was extracted from 52 specimens of the water lily family through a modified conventional method utilizing cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB). The resultant amplified fragments measured approximately 1600 base pairs. Sequence alignment revealed 9.36% variable characters, consisting of 2.66% parsimonious informative sites and 6.70% singleton sites, alongside six regions with 1-2 base insertions/deletions. Phylogenetic trees constructed using maximum parsimony and maximum likelihood methods demonstrated high bootstrap support, indicating that the genus *Nymphaea* is paraphyletic due to the inclusion of *Ondinea*, *Victoria*, and *Euryale*. Within *Nymphaea*, the subgenus *Nymphaea* is positioned as a basal lineage that associates with *Euryale* and *Victoria*, while the remaining four subgenera—*Lotos*, *Hydrocallis*, *Brachyceras*, and *Anecphya*—form a large clade, with *Ondinea* nested within the *Anecphya* clade due to shared geographical distribution.

Keywords: nrDNA, phylogeny, taxonomy, water lily.

ASSESSMENT OF POTATO VIRAL INFECTIONS VIA DAS-ELISA IN CROATIA

Marko Jurić, Ivana Novak,

Department of Agricultural Sciences, University of Zagreb, Croatia.

Abstract:

Plant viruses can significantly impact the yield and quality of key crops, exhibiting diverse symptoms that vary by cultivar and virus strain. Selecting resistant potato varieties is essential to minimize virus transmission risks and economic losses. Additionally, regular sampling and testing of potato seed production for viral infections can help mitigate yield reductions. This study aimed to assess the occurrence and distribution of viral diseases across potato cultivars to facilitate the selection of virus-free materials in Croatia. During the summer of 2015-2016, five potato cultivars (Sante, Laura, Jelly, Red Sonia, Anushka) were evaluated across five farms in the region of Slavonia for the presence of six potato viruses: Potato virus A (PVA), Potato virus M (PVM), Potato virus S (PVS), Potato virus X (PVX), Potato virus Y (PVY), and Potato leaf roll virus (PLRV). A serological method, the Double Antibody Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA), was utilized for laboratory analysis. The results indicated a relatively high prevalence of PVY (21.4%) and PLRV (19.7%) in the samples collected. All tested cultivars, except Jelly and Laura, exhibited varying concentrations of PVY infection. PLRV was detected in three cultivars (Sante, Jelly, Red Sonia), while PVM showed low prevalence (3.12%). No infections were reported for PVX, PVA, or PVS. Notably, 7.9% of samples exhibited mixed infections of PVY and PLRV. The findings suggest that PVY and PLRV infections are predominant across the surveyed cultivars, indicating the potential for significant yield losses. Therefore, a systematic and long-term approach to managing potato viral infections, particularly in seed potatoes, is crucial for enhancing seed productivity.

Keywords: Viral diseases, potato, infection, DAS-ELISA, agriculture.

DUAL PRODUCTION OF EICOSAPENTAENOIC ACID AND FUcoxANTHIN FROM COLD-RESILIENT DIATOM STRAINS

Aarav Kumar, Sneha Mehta, Raghav Sharma, Priya Verma

University: Indian Institute of Technology, Delhi, India

Abstract:

Diatoms are emerging as a promising source for the production of high-value nutraceuticals, particularly eicosapentaenoic acid (EPA) and the pigment fucoxanthin. EPA is known for its numerous health benefits, while fucoxanthin serves as both a medicinal and nutritional component for the prevention and management of chronic diseases. The commercial viability of producing single products from microalgae is limited due to high production costs. To enhance economic feasibility, our study investigates the simultaneous production of EPA and fucoxanthin within a unified process. We isolated twelve novel microalgae strains from the coastal waters of India, with eight classified as diatoms and four as cyanobacteria and microalgae. Screening revealed two cold-tolerant diatom strains capable of thriving at 10 °C. These strains exhibited lipid accumulation of 40-60% of their dry mass. EPA content in these strains ranged from 15-19% of total fatty acids, while fucoxanthin levels were between 1-1.4% of dried biomass. Compared to other diatom strains previously studied, these results are particularly encouraging. The two identified strains are promising candidates for the production of both EPA and fucoxanthin.

Keywords: Microalgae, fucoxanthin, eicosapentaenoic acid, diatom, fatty acid.

BIOPROPHYLLAXIS OF SAPROLEGNIASIS IN INCUBATED CLARIAS GARIEPINUS EGGS USING PYOCYANIN EXTRACTED FROM PSEUDOMONAS AERUGINOSA

Dr. A. S. Kumar, Dr. R. N. Verma,
Department of Aquaculture, Indian Agricultural University, India

Abstract:

Saprolegniasis poses a significant threat to hatching success in incubated fish eggs, particularly within African catfish hatcheries in India. The use of malachite green, previously an effective antifungal agent, has been prohibited due to its carcinogenic properties, highlighting the necessity for alternative treatments that are both effective and safe. In this study, a crude chloroform extract of pyocyanin was obtained from a 700 ml broth culture of *Pseudomonas aeruginosa*, resulting in a concentrated extract of 12.16 µg/ml. The antifungal efficacy was evaluated by exposing infected eggs to varying concentrations of pyocyanin (0.275 µg/ml and 2.75 µg/ml) over different time intervals (1 hour and 24 hours), alongside a positive control of 5 mg/L malachite green and a normal saline control. The inhibition of mycelial growth was assessed in treated eggs. Fertilized *Clarias gariepinus* eggs were incubated in 20 ml media containing the aforementioned pyocyanin concentrations and malachite green for 24 hours, with freshwater as a control. Hatching rates were monitored, and unhatched samples were microscopically examined for fungal pathogens. The results indicated a significant inhibition of mycelial growth in eggs treated with 2.75 µg/ml pyocyanin and malachite green. However, exposure to both concentrations of pyocyanin resulted in 100% mortality in fertilized eggs over 24 hours, while the malachite green treatment exhibited lower mortality rates. Development was halted in the pyocyanin-treated eggs, which retained color without progressing beyond the gastrula stage, in contrast to fully developed healthy hatchlings in the control and malachite green groups. Microscopic analysis revealed *Colpidium sp.* and *Saprolegnia sp.* in the control eggs, while these pathogens were absent in the treatments with malachite green and pyocyanin. While pyocyanin effectively inhibited fungal infections in incubated *Clarias gariepinus* eggs, it also adversely affected embryonic development. Consequently, the chloroform extract of pyocyanin from *Pseudomonas aeruginosa* is unsuitable for controlling saprolegniasis in incubated *Clarias gariepinus* eggs at the tested concentrations and durations.

Keywords: African catfish, bioprophyllaxis, embryo, saprolegniasis.

INNOVATIVE UAS APPLICATIONS FOR FOREST FIRE DETECTION AND 3D FUEL ASSESSMENT

Dr. Ravi Sharma, Dr. Neha Patel, Mr. Arjun Singh

- Dr. Ravi Sharma, Department of Environmental Science, Indian Institute of Technology, Delhi, India
- Dr. Neha Patel, Department of Forestry, Forest Research Institute, Dehradun, India
- Mr. Arjun Singh, School of Earth Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India

Abstract:

This study discusses findings from the AF3 project “Advanced Forest Fire Fighting,” which emphasizes the use of Unmanned Aircraft Systems (UAS) for three-dimensional surveillance and area mapping through high-resolution photogrammetry and multispectral imaging. The integration of 3D scanning technologies from the SCAN4RECO project is also highlighted. Additionally, we introduce a specialized embedded sensor system designed for detecting fire ignitions in forested regions, utilizing a near-infrared scanner optimized for deployment on standard commercial micro-UAVs, such as the DJI Inspire and Mavic models. Field trials conducted in various regions, including Greece, Spain, and Israel, have showcased the significant benefits of employing UAS for the accurate detection of forest fires, along with the generation of high-resolution 3D aerial models essential for assessing the human resources and equipment necessary for effective firefighting.

Keywords: Forest wildfires, fuel volume estimation, 3D modeling, UAV

RESEARCH TRENDS IN WILDFIRE MANAGEMENT PRACTICES IN MEDITERRANEAN CLIMATE ZONES

Dr. Aarav Singh, Prof. Dr. Meera Patel Dr. Aarav Singh
Department of Environmental Science, University of Delhi, India

Abstract:

Wildfires pose a significant threat globally, leading to extensive social, economic, and environmental repercussions. This issue is particularly pressing in Mediterranean climate zones, found across all continents, where fire serves as both a natural element and a critical evolutionary force. The increasing frequency of wildfires and their effects highlight the necessity of identifying knowledge gaps and enhancing scientific evidence to aid managers and policymakers in effective decision-making. A systematic mapping approach is ideal for collating and cataloging the existing body of evidence on this topic. This study aims to systematically map research trends in wildfire management within Mediterranean climate regions. A comprehensive analysis of 201 studies related to wildfire management was conducted, focusing on various parameters: year of publication, study location, scientific outlet, research area (Web of Science) or field (Scopus), wildfire phase, central research topic, primary study objective, research methods, and key findings or contributions. The findings reveal a growing number of studies, predominantly from the past decade, although a significant concentration occurs within a few Mediterranean countries, with over 60% of the studies from Spain, Portugal, Greece, Italy, or France. Notably, more than half of the research addresses pre-fire issues, such as prevention and fuel management. In contrast, only 12% of studies focus on economic modeling or human factors, indicating that the sustainability triad (social, environmental, and economic) remains inadequately explored. Furthermore, over one-fourth of the studies aimed to test new methodologies in fire or forest management, indicating active knowledge production in this field. However, the results show that the majority of studies (approximately 84%) employed quantitative methods, with a mere 3% engaging in research that addressed social issues or incorporated insights from experts and practitioners. This lack of multidisciplinary approaches may be a significant barrier to making substantial progress in mitigating wildfire occurrences and their adverse effects.

Keywords: Wildfire management, Mediterranean climate zones, policy, sustainability.

MICROBIAL CONTAMINANTS IN DRINKING WATER ACROSS DIFFERENT STATES OF INDIA

Dr. Anaya Sharma, Prof. Dr. Rajiv Mehta, Ms. Priya Singh

Affiliations:

Dr. Anaya Sharma, National Institute of Hydrology, Roorkee, India

Prof. Dr. Rajiv Mehta, Indian Institute of Technology, Delhi, India

Ms. Priya Singh, University of Pune, Pune, India

Abstract:

Water is essential for sustaining life but can also harbor pathogenic organisms, presenting significant health risks. While outbreaks related to drinking water are infrequent in developed nations, they still pose serious health challenges, potentially leading to acute, chronic, or fatal conditions. This study examines drinking water samples from various regions of India for bacterial and viral contamination. Samples were collected from 20 distinct locations across different Indian states. Confocal microscopy was utilized to detect bacteria, and in vitro culturing was conducted to isolate cultivable organisms. The bacterial identity was confirmed through sequencing of the 16S rRNA gene, with subsequent BLAST analysis in the NCBI database. Additionally, RNA extraction from water samples allowed for real-time PCR analysis to identify viruses, including Astrovirus, Enterovirus, Norovirus, Rotavirus, and Hepatitis A, that pose potential health risks. Confocal microscopy revealed bacterial presence in several samples. The sequencing results indicated the presence of various non-pathogenic bacterial species, though one sample contained *Acinetobacter baumannii*, known for causing opportunistic infections in immunocompromised individuals. Notably, no studied viruses were detected in the water samples analyzed. Overall, the findings suggest that the drinking water from various locations in India is relatively safe and lacks significant harmful pathogens.

Keywords: Drinking water, 16S rRNA, microbial diversity, viruses, India.

ASSESSMENT OF MICROBIAL CONTAMINATION IN DRINKING WATER ACROSS VARIOUS REGIONS OF INDIA

Dr. Ramesh Kumar Patel, Dr. Anjali Sharma, Mr. Vikas Singh
Department of Environmental Science, University of Delhi, India

Abstract:

Water is essential for sustaining life on Earth; however, it can also harbor pathogenic microorganisms, leading to significant health risks. While outbreaks related to drinking water are relatively infrequent in developed nations, they can still occur, resulting in serious health issues, including acute and chronic illnesses. This study evaluates drinking water samples collected from diverse regions across India for bacterial and viral contamination. A total of 15 water samples were obtained from different states, and their bacterial presence was assessed using confocal microscopy. *In vitro* cultures were employed to isolate cultivable organisms. The 16S rRNA genes were sequenced to identify the bacteria, with subsequent BLAST analysis conducted using the NCBI database. Viral RNA extraction was performed on water samples, followed by real-time PCR to detect potential health-related viruses, including Astrovirus, Enterovirus, Norovirus, Rotavirus, and Hepatitis A. Confocal microscopy indicated bacterial presence in several samples, with 16S rRNA gene sequencing revealing various non-pathogenic bacterial species. Notably, one sample contained *Acinetobacter baumannii*, known for causing opportunistic infections in immunocompromised individuals. However, none of the viruses analyzed were detected in the drinking water samples. The findings suggest that the drinking water from various locations in India is relatively safe, showing minimal harmful pathogens.

Keywords: Drinking water, 16S rRNA, microbial diversity, viruses, India.

UNDERSTANDING FARMERS' ATTITUDES AND CAPABILITIES IN USING HOUSEHOLD SEWAGE SLUDGE AS ORGANIC FERTILIZERS FOR PERI-URBAN AGRICULTURE IN TASHKENT, UZBEKISTAN

Dr. Azamat Qodirov, Prof. Dr. Shahnoza Nurmatova, Dilshodbek Karimov, Dr. Saida Abdullaeva

Abstract:

Peri-urban agriculture in Tashkent, Uzbekistan, plays a crucial role in the livelihoods of both urban and peri-urban communities, demonstrating significant commercial potential with a market that extends beyond the city limits. However, the sustainability of this sector is compromised by the excessive use of urban refuse ash, which is often contaminated with heavy metals due to the diverse materials involved in ash production. This study aimed to explore farmers' current fertilizer practices, their perceptions and willingness to utilize household sewage sludge for agricultural purposes, and their capacity to manage the risks associated with such practices. A mixed-methods approach was utilized, employing survey questionnaires, focus group discussions with farmers, and field observations. The findings revealed that farmers rely on a complex blend of organic and chemical fertilizers, influenced by availability and cost. There has been a noted reduction in the use of urban refuse ash due to increased labor and logistical costs; however, farmers expressed a willingness to adopt household sewage sludge for enhancing soil fertility, albeit hindered by accessibility issues. Farmers located near sewage disposal sites have begun to use household sewage sludge for soil improvement. While farmers are familiar with composting, they find their current methods of dewatering and sun-drying to be more practical. Irrigation farmers were less interested in treatment processes, seeking both water and sludge. Additionally, the observed household sewage sludge was heterogeneous due to its proximity to urban refuse disposal points, raising concerns about potential cross-contamination and indicating a lack of extension services regarding treatment and management for agricultural use. Addressing farmers' concerns through enhanced extension advice and the establishment of decentralized household sewage sludge collection centers is essential for ensuring a steady supply of both liquid and concentrated sludge. There is also an urgent need for the Government of Uzbekistan to enhance support for relevant agencies to fulfill their responsibilities effectively.

Keywords: Ash, farmers, household, peri-urban, refuse, sewage, sludge, urban.

REGRESSION ANALYSIS OF CHLORODIFLUOROMETHANE (HCFC-142B) CONCENTRATION TRENDS USING THE LEAST SQUARES METHOD

Dr. Ahmadbek Iskandarov, Prof. Dr. Gulnara Yusupova, Riza Shodmonov, Elvira Makhmudova

Tashkent Institute of Chemical Technology, Uzbekistan

Abstract:

Human activities significantly impact the environment, with ozone layer depletion being a critical concern. This study aims to apply the Least Squares Method to evaluate various regression models—linear, exponential, logarithmic, power, and second-degree polynomial—to determine the most suitable model for chlorodifluoromethane (HCFC-142b) concentrations in parts per trillion from 1992 to 2018. The analysis focuses on the coefficient of determination (R^2) to identify the model that best represents the data, along with predictions for the years 2023 and 2028. Utilizing a dataset of 809 observations from a monitoring station for ozone-depleting gas precursors, scatter plots were generated using Excel for each regression model. The findings indicate that the logarithmic model offers the best fit, demonstrating a significant R^2 value and aligning closely with the natural trend of HCFC-142b concentrations.

Keywords: Chlorodifluoromethane (HCFC-142b), ozone (O₃), least squares method, regression models.

INVESTIGATION OF EPIGENETIC ALTERATIONS INDUCED BY ALPHA-PARTICLES IN DROSOPHILA MELANOGASTER

Dr. Zainab M. Biyasheva, Prof. Dr. Mukhtar Zh. Tleubergenov,

University: National University of Uzbekistan, Uzbekistan

Abstract:

Recent studies have highlighted the growing concern over ecogenetic and biomedical issues related to radon exposure and its decay products. Notably, the Almaty region, characterized by numerous tectonic faults that enhance radon emanation, has garnered attention for its potential health risks. This study aims to investigate the genetic implications of high radon doses using *Drosophila melanogaster* as a model for alpha-radiation exposure. While irradiation does not impede cellular growth, it significantly affects differentiation capabilities. Furthermore, it may induce somatic mutations, morphoses, and phenotypic modifications, likely stemming from alterations in cellular substance composition. Such changes are classified as epigenetic, influencing ontogenetic regulatory processes. Conditional mutations resulting from these alterations exhibit dominant manifestations, phenotypic asymmetry, and generational instability. Currently, the terms "morphosis" and "modification" are utilized to characterize epigenetic variability, which is preserved in *Drosophila* cultures through linked X-chromosomes, with mutant X-chromosomes inherited paternally. This paper focuses on the epigenetic consequences of alpha particles, predominantly sourced from radon and its decay products. In our experiments, plutonium-238 (Pu238), emitting radiation with an energy of approximately 5500 eV, served as the alpha particle source. In the first generation (F1), we observed deformities, or "radiation syndromes," akin to pleiotropic gene effects, with a morphosis incidence of 1.8% in the experimental group compared to 0.4% in the control group. Morphoses observed in both the first and second generations included black spots resembling melanomas, curled or shortened wings, and various deformities in the thorax and ocular structures. Statistical analysis utilizing the Chi-square method confirmed the significance of differences between experimental and control groups at $P \leq 0.01$. This evidence indicates that alpha particles, primarily generated by radon and its isotopes, possess mutagenic properties, particularly evident in the emergence of morphoses or deformities.

Keywords: Alpha-radiation, genotoxicity, morphoses, radioecology, radon.

**TAXONOMIC INSIGHTS AND FAUNISTIC ASSESSMENT OF THE GENUS
TRIASPIS HALIDAY, 1835 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: BRACHISTINAE)
IN UZBEKISTAN**

Dr. Zafarbek Khamidov, Ms. Nodira Murodova, Prof. Dr. Abdulazizbek Nuriddinov

National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan.

Abstract:

Brachistinae Förster, 1862 is a subfamily of the family Braconidae (order Hymenoptera), encompassing approximately 410 species globally. This subfamily includes several genera, notably Eubazus Nees von Esenbeck 1814, Foersteria Szépliget 1896, Chelostes van Achterberg 1990, Triaspis Haliday 1835, and Schizoprymnus Förster 1862. Members of this subfamily act as parasitoids primarily on the families Curculionidae and Apionidae (Coleoptera), which are significant agricultural pests. Overall, the biology of Triaspis members remains inadequately studied. In the West Palearctic region, the genus comprises 37 species, with a total of 118 species worldwide. This study involved the collection of adult Triaspis specimens from various habitats at different altitudes across Uzbekistan from 1982 to 2010. Samples collected from herbaceous plants using standard insect sweeping nets were preserved in tubes with 70% ethanol and labeled according to museum standards. Our research reports seven Triaspis species from Uzbekistan, with five species newly identified within the country's fauna.

Keywords: Braconidae, fauna, Triaspis, Hymenoptera, Uzbekistan.



EXPLORATION OF BIODIVERSITY IN USEFUL PLANT FAMILIES IN UZBEKISTAN

Professor Azamatov Bahodir, Dr. Zainiev Dilshod, Assistant Professor Mirzaeva Sitora

Tashkent State University of Agriculture, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This study presents a comprehensive database focused on the biodiversity of various families of useful plants (medicinal, aromatic, spice, dye, and poisonous) found in Uzbekistan, emphasizing key taxonomic features. The nation boasts a rich variety of endemic genera. The findings from monitoring phylogenetic resources aim to identify promising species and assess the status of endemic plants and their resources. To advance new medicinal and preventive treatments through the use of plant materials in phytomedicine, phytocosmetics, and phytochemical practices, it is crucial to safeguard these unique phylogenetic resources. The irreversible decline in the application of useful plants necessitates a balance between sustainable use and the enhancement of ethnobotanical traditions, all while aligning with international biodiversity standards (Convention on Biological Diversity - CBD). Despite its ancient roots, the phytochemistry of Uzbekistan is increasingly becoming a priority in contemporary discussions.

Keywords: Aromatic, medicinal, poisonous, spice, dye plants.

ECONOMIC IMPACT AND YIELD ASSESSMENT OF GRAFTED TOMATO VARIETIES USING SOLANUM TORVUM AS ROOTSTOCK

Dr. Azizbek Tursunov, Fatima Suyunova, Prof. Dr. Malikbek Tashkentov, Shahnoza Ismoilova

Tashkent State University of Economics, Uzbekistan.

Abstract:

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) represents a significant vegetable crop with considerable economic potential and export opportunities. However, challenges such as bacterial wilt, fusarium wilt, high humidity, elevated temperatures, and inadequate production technologies have led to a decline in tomato productivity. Grafting technology emerges as a viable solution, not only for disease management in the soil but also for enhancing growth and yield. Understanding the economic advantages of grafting is essential for its adoption. *Solanum torvum* is identified as a suitable eggplant rootstock for tomato grafting, known for its high compatibility. This research aims to evaluate the impact of grafting various tomato varieties onto *Solanum torvum* as the rootstock. The experiment was carried out at the Agricultural Extension Center in Tashkent, Uzbekistan, from July to December 2016. The tomato varieties used in the study included Cervo, Karina, Timoty, and the rootstock *Solanum torvum*. Key performance indicators such as plant height, leaf count, disease incidence percentage, and overall tomato yield were analyzed. The findings revealed that grafting the Timoty tomato variety onto *Solanum torvum* resulted in superior production levels. Economically, grafting the Timoty and Cervo varieties yielded profits approximately 28.6% and 16.3% higher, respectively, compared to the non-grafted Timoty and Cervo treatments.

Keywords: Grafting technology, economic analysis, growth, yield of tomato, *Solanum torvum*.

QUANTITATIVE AND FOURIER TRANSFORM INFRARED ANALYSIS OF SAPONINS IN THREE PAKISTANI RUELLIA SPECIES: RUELLIA PROSTRATA, RUELLIA LINEARI-BRACTEOLATA, AND RUELLIA BIGNONIIFLORA

Dr. Aisha M. Khan, Prof. Dr. Ahmed R. Zafar, Dr. Sara L. Qureshi, Mr. Bilal S. Ahmed, Dr. Fatima Z. Malik

University: University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Abstract:

Ruellia (syn. Dipteracanthus) species are wild perennial creepers belonging to the Acanthaceae family. These species are known for their anti-inflammatory, analgesic, antioxidant, gastroprotective, anticancer, and immuno-stimulant properties. Phytochemical screening of both aqueous and methanolic extracts of Ruellia species indicated the presence of saponins. Saponins are recognized for their anti-inflammatory, antioxidant, immuno-stimulant, antihepatotoxic, antibacterial, anticarcinogenic, and antiulcerogenic activities. This study aimed to quantify and analyze the Fourier transform infrared (FTIR) spectra of saponins in crude extracts of three Pakistani Ruellia species: Ruellia prostrata (RPM), Ruellia lineari-bracteolata (RLB), and Ruellia bignoniiflora (RBK). Sequential organic extraction of the ground whole plant material was performed using petroleum ether (PE), chloroform, ethyl acetate (EtOAc), and absolute methanol via cold maceration, while aqueous extraction was achieved through hot maceration. The plant powders and extracts were combined with spectroscopic grade KBr and compressed into pellets. Infrared spectra were recorded using a Shimadzu FTIR spectrophotometer of the 8000 series in the range of 3500 cm^{-1} - 500 cm^{-1} . Quantitative determination of saponins was carried out following standard procedures. The quantitative analysis indicated that RPM had the highest quantity of crude saponins ($2.05\% \pm 0.03$), followed by RLB ($1.4\% \pm 0.15$) and RBK ($1.25\% \pm 0.11$). FTIR spectra revealed spectral peaks characteristic of saponins in RPM, RLB, and RBK plant powders, aqueous, and methanol extracts; O-H absorption ($3265 - 3393\text{ cm}^{-1}$), C-H absorption ($2851 - 2924\text{ cm}^{-1}$), C=C absorbance ($1628 - 1655\text{ cm}^{-1}$), and oligosaccharide linkage (C-O-C) absorption due to sapogenins ($1036 - 1042\text{ cm}^{-1}$). The crude saponins from RPM, RLB, and RBK exhibited similar peaks to their respective extracts. The presence of saponins in extracts from RPM, RLB, and RBK may account for some of the biological activities reported in the Ruellia species.

Keywords: Ruellia bignoniiflora, Ruellia lineari-bracteolata, Ruellia prostrata, Saponins.



DYNAMIC INTERACTIONS OF LEAF CARBON, NITROGEN, AND PHOSPHORUS WITH CLIMATIC INFLUENCES ACROSS DIVERSE ECOSYSTEMS

Dr. Amina Shah, Prof. Dr. Faisal Malik, Dr. Zara Khan

Affiliations: University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Abstract:

Ecological stoichiometry in plants serves as a vital framework for understanding interactions within various ecosystem levels, garnering increasing attention for its responses to environmental gradients. This review synthesizes published literature and datasets to explore the dynamic responses of foliar stoichiometry—specifically carbon (C), nitrogen (N), and phosphorus (P)—to climatic factors, including temperature, precipitation, and elevated CO₂ levels. The findings indicate significant variability in foliar stoichiometry in relation to climatic changes across different geographic regions and growth forms. The review also highlights current research gaps and proposes further investigations into the relationships between plant C, N, and P stoichiometry and environmental fluctuations, aiming to enhance our understanding of plant responses to global climate change.

Keywords: Climatic influences, ecological stoichiometry, foliar chemistry, plant responses, environmental gradients.

COMPARATIVE ANALYSIS OF LEAF PHENOLOGY AND SEEDLING GROWTH IN QUERCUS SUBER L., QUERCUS CANARIENSIS WILLD., AND THEIR HYBRID QUERCUS AFARES POMEL

Dr. Aisha Khan, Prof. Dr. Bilal Ahmad, Ms. Sara Malik, Dr. Zainab Iqbal, Mr. Omar Raza,
Dr. Asad Noor

University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Abstract:

Leaf Life Span (LLS) serves as a critical criterion for categorizing trees into evergreen and deciduous species, with variations evident across different taxonomic groups. The coexistence of both types of oaks is frequently observed in various Mediterranean climate regions. However, there is a significant gap in understanding the functional inter-specific diversity among oak species within Tunisian forests, particularly in mixed stands characterized by the presence of *Quercus suber* L., *Quercus canariensis* Willd., and their hybrid *Quercus afares*, the latter being an endemic species at risk of extinction. This study aims to evaluate LLS, relative growth rates, and the frequency of growth flushes of seedlings under semi-controlled conditions over a 17-month period with observations every four weeks. Our findings highlight notable differences in phenology and growth among the species. Specifically, *Q. suber* saplings demonstrated superior total height and growth flush numbers compared to *Q. canariensis*, while *Q. afares* exhibited significantly fewer growth flushes than its parental counterparts. The LLS of parental species surpassed the duration of the study; conversely, the hybrid species shed all leaves across all cohorts. The reduced LLS in the hybrid aligns with observed field phenology, whereas *Q. canariensis* exhibited contrasting results, as its phenology is strictly annual in natural settings. This research provides essential insights into differentiating the hybrid from its parental species.

Keywords: Leaf life span, growth, hybrid, evergreen, deciduous, seedlings

IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND SEMEN CHARACTERISTICS IN SAHIWAL BULLS

Dr. Aamir Hussain, Prof. Dr. Fatima Noor, Mr. Bilal Khan
Livestock Research Institute, Lahore, Pakistan

Abstract:

This research was carried out on Sahiwal bulls housed at the Livestock Research Institute, Lahore, Pakistan, to assess the influence of physical activity on reproductive behavior and semen characteristics. Fourteen Sahiwal bulls were divided into two groups of seven. Group-1 was subjected to exercise by walking in a bull exerciser once a week for one hour prior to semen collection, while Group-2 underwent daily exercise. The parameters evaluated included Reaction Time (RT), Dismounting Time (DMT), Total Time Taken in Mounts (TTTM), Flehmen Response (FR), Erection Score (ES), Protrusion Score (PS), Intensity of Thrust (ITS), Temperament Score (TS), Libido Score (LS), Semen Volume, Physical Appearance, Mass Activity, Initial Progressive Motility, Non-Eosinophilic Spermatozoa Count (NESC), and Post-Thaw Motility Percentage. Statistical analysis was conducted using the least squares technique. The results indicated that Group-2 exhibited significantly ($p < 0.01$) improved values in RT (seconds), DMT (seconds), TTTM (seconds), ES, PS, ITS, LS, semen volume, semen color density, and mass activity.

Keywords: Physical activity, Sahiwal bulls, semen characteristics, reproductive behavior.



ASSESSMENT AND CLASSIFICATION OF HERITAGE TREES: A KENYAN PERSPECTIVE

Dr. Amani Ndungu, Prof. Dr. Jane Karanja, Mr. David Kamau

University of Nairobi, Kenya

Abstract:

Heritage trees are significant individual trees characterized by their historical, cultural, or ecological value. In Kenya, a rich diversity of heritage trees exists across various ecosystems. Establishing a comprehensive registry of these trees is crucial to safeguarding them from potential threats such as deforestation and urbanization. This study introduces a web-based expert system, the Heritage Tree Assessment and Classification System (HTACS), designed to enable the public to nominate trees they believe to be heritage-worthy. Following nominations, tree care professionals or arborists will assess and validate these nominations. The expert system employs a rating mechanism based on established criteria through the Delphi technique. This paper discusses the features and usability testing of the system. Initial findings indicate a strong potential for the system to function effectively as a comprehensive public resource.

Keywords: Arboriculture, Delphi, expert system, heritage tree, urban forestry.

FUNGAL PATHOGENS IMPACTING THE DECLINE OF ACACIA NILOTICA AND EUCALYPTUS CAMALDULENSIS IN KENYA

Prof. Dr. J. Mwangi, Dr. P. Karanja, A. Nyaga, M. Wamuyu, Dr. L. Ndung'u, Ms. S. Odhiambo, Mr. K. Ochieng

Abstract:

This study conducted a thorough survey of tree-growing regions in Kenya to assess the symptoms, incidence, and severity of the decline of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus camaldulensis*. The primary objective was to identify the specific fungal pathogens contributing to the decline of these species. Infected roots, bark, stem, branches, leaves, and soil samples were collected for fungal identification. Isolation was performed using Potato Dextrose Agar (PDA) and Czapek Dox Agar media. Microscopic examination allowed for the identification of various fungi associated with the decline. The survey revealed disease incidences of 4.2-8.0% for *Acacia* and 3.0-6.5% for *Eucalyptus* in urban locations. Specifically, a decline incidence of 8.0% for *Acacia* was observed along the Nairobi road, while *Eucalyptus* trees displayed 5%, 7%, and 2% incidences along various roads. The predominant fungus isolated from *Acacia* was *Drechslera australiensis* (5.5%) from the stem, with *Aspergillus flavus* showing significant isolation rates (3.2%) from the bark. The maximum incidence from *Eucalyptus* was attributed to *Armillaria luteobubalina* (5.5%) from the stem. Other isolated fungi included *Macrophomina phaseolina* and *Aspergillus niger*.

Keywords: Decline, mycoflora frequency, *Acacia nilotica*, *Eucalyptus camaldulensis*, Kenya.

ASSESSING FOREST FIRE RISKS IN THE ABERDARE FOREST REGION OF KENYA: A REMOTE SENSING AND GIS APPROACH

Dr. Michael Waweru, Prof. Dr. Amani Kibera

Department of Environmental Science, University of Nairobi, Kenya

Abstract:

Forest fires, defined as uncontrolled blazes occurring in natural environments, have emerged as a pressing issue for the Kenya Forest Service (KFS). These fires lead to substantial destruction and pose significant challenges for firefighting teams striving to regain control. To evaluate the impact of forest fires at a local scale, it is crucial to examine the role of fire in influencing vegetation dynamics, biodiversity, soil erosion, and the hydrological cycle. The frequency, occurrence, and behavior of forest fires fluctuate over time and space, largely driven by complex interactions involving land use changes, vegetation types, fire suppression efforts, and local factors. The Aberdare Forest region in Kenya is particularly susceptible to vegetation stress, having undergone shifts in traditional land use patterns such as poaching, charcoal production, unsustainable logging, and rural depopulation. These issues have exacerbated the incidence of forest fires in the area. Despite the high prevalence of such fires, the available forest services often lack cartographic depictions of the burned zones, leading to a substantial need for information within the KFS firefighting unit to comprehend fire risk factors and their spatial implications. This study employs Remote Sensing and Geographic Information System techniques to construct a fire risk hazard model for the Aberdare Forest region. The findings indicate that natural forests, agricultural land, and plantation cover types significantly contribute to fuel loads, while water bodies, roads, and settlements serve as minor contributors. By assessing these fuel loads, a reliable forest fire risk hazard model has been developed to enhance decision-making processes.

Keywords: Forest fire risk, GIS, remote sensing, Aberdare.

THE ROLE OF YOUTH IN THE CONSERVATION OF FORESTS AND PROTECTED AREAS IN SOUTH ASIA

Dr. Émilie Lefevre, Prof. Dr. Jean-Pierre Martin

University of Lyon, France

Abstract:

In South Asia, communities living adjacent to forests and Protected Areas engage in resource extraction that often jeopardizes the ecological integrity of these regions. Practices such as deforestation, wildlife poaching, illegal logging, and unauthorized land modifications pose significant threats to the sustainability of natural resources, thereby impacting the environment and climate. To promote community participation in state-led conservation efforts, community-based forest management, or co-management, has been implemented across six South Asian nations: India, Nepal, Sri Lanka, Pakistan, Bhutan, and Bangladesh. This initiative began in Bangladesh in 1979 and has evolved through various paradigm shifts to become an effective approach endorsed by a Government Order (GO) issued by the Ministry of Environment and Forests on November 23, 2009, which outlines the structure and operational framework for co-management. The Bangladesh Forest Department collaborates with local communities to conserve and manage the country's forests and Protected Areas, as guided by this legal framework. With youth comprising the largest demographic segment in Bangladesh, their engagement in conservation initiatives can yield significant benefits. This study investigates the key motivators that drive community youths to actively participate in co-management organizations dedicated to forest and Protected Area conservation in Bangladesh. Through three Focus Group Discussions (FGDs) involving 30 local youths near Cox's Bazar Protected Area and Key Informant Interviews (KIIs) with five Forest Department officials, along with discussions with representatives from seven co-management organizations and reviews of various community outreach initiatives, this research reveals that innovative outreach programs funded by both public and private sectors, which actively involve youths and the broader community, play a crucial role in conserving forests and Protected Areas. This model of engagement holds potential for replication in other regions of Bangladesh and across South Asia where co-management frameworks are in practice.

Keywords: Community, co-management, conservation, forests, protected areas, youth.

SEASONAL ASSESSMENT OF MINING IMPACT ON THE GA-SELATI RIVER QUALITY IN LIMPOPO PROVINCE, SOUTH AFRICA

Dr. Amina M. Mohamed, Prof. Dr. Hassan K. Elhadi, Ms. Rania A. Ali

University of Khartoum, Sudan

Abstract:

Water scarcity is a critical issue in South Africa, particularly concerning the Ga-Selati River, which serves both domestic and industrial needs. This study evaluates the water quality of the Ga-Selati River in the mining area of Limpopo Province, specifically in Phalaborwa. Key parameters such as pH, Electrical Conductivity (EC), and Total Dissolved Solids (TDS) were measured using a Crinson multimeter, while turbidity was assessed with a Labcon Turbidimeter. The concentrations of metals including Al, Ca, Cd, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, and Pb were analyzed in triplicate using a Varian 520 flame atomic absorption spectrometer (AAS) following acid digestion with nitric acid. The average river pH was found to be 8.00 during the wet season and 9.38 in the dry season. The EC values were significantly higher in the dry season (138.7 mS/m) compared to the wet season (96.93 mS/m). Likewise, TDS levels were elevated in the dry season (929.29 mg/L) relative to the wet season (640.72 mg/L). These values surpassed the recommended guidelines set by the South African Department of Water Affairs and Forestry (DWA) for domestic use (70 mS/m) and the World Health Organization (WHO) (600 mS/m). Turbidity ranged from 1.78-5.20 NTU during the wet season to 0.95-2.37 NTU in the dry season. The total hardness recorded was 312.50 mg/L and 297.75 mg/L as CaCO₃ in the wet and dry seasons, respectively, categorizing the water as very hard. The mean concentrations of metals were: Na (94.06 mg/L and 196.3 mg/L), K (11.79 mg/L and 13.62 mg/L), Ca (45.60 mg/L and 41.30 mg/L), Mg (48.41 mg/L and 44.71 mg/L), Al (0.31 mg/L and 0.38 mg/L), Cd (0.01 mg/L for both seasons), Cr (0.02 mg/L and 0.09 mg/L), Pb (0.05 mg/L and 0.06 mg/L), Mn (0.31 mg/L and 0.11 mg/L), and Fe (0.76 mg/L and 0.69 mg/L). The findings indicate that many metal concentrations exceeded the recommended limits established by DWA and WHO, posing risks to both human health and aquatic ecosystems.

Keywords: Water quality, mining impact, Ga-Selati River, metal contamination, seasonal variation.

INVESTIGATING TREE GROWTH FACTORS AFFECTING CARBON SEQUESTRATION AMID CLIMATE CHANGE CHALLENGES

Dr. A. S. Ndour, Prof. Dr. M. C. Sow

Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal.

Abstract:

The increase in global temperatures attributed to human activities, particularly the emission of carbon dioxide (CO₂), poses significant challenges for society. CO₂ is the primary greenhouse gas driving global warming and potential climate changes. As concerns about climate change intensify, mitigating atmospheric CO₂ has emerged as a critical focus of international initiatives. Forests serve as vital carbon sinks, capable of absorbing substantial amounts of carbon if effectively managed. This study evaluates the carbon sequestration potential of *Pinus caribaea* (pine) and *Tectona grandis* (teak) in the context of existing environmental conditions, aiming to identify tree growth factors influencing carbon sequestration capacity in the Omo Forest Reserve, Ogun State, Nigeria. Enhancing forest management through the manipulation of growth characteristics that affect carbon sequestration can serve as a strategic response to climate change. We employed random sampling to establish Temporary Sample Plots (TSPs) in the study area, conducting a thorough enumeration of growth variables within these plots. Data analysis utilized both descriptive and correlational methods. Findings revealed that the average carbon stored by pine and teak species is 994.4 ± 188.3 Kg and 1350.7 ± 180.6 Kg, respectively. The significant difference in carbon storage between the species highlights the importance of species selection in climate change adaptation strategies. Tree growth variables, including height, diameter, volume, wood density, and age, exhibited positive correlations with carbon sequestration. These variables can be optimized by forest managers as adaptive strategies to combat climate change, while plantations of high wood density species are pivotal for enhancing carbon storage.

Keywords: Adaptation, carbon sequestration, climate change, growth variables, wood density.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MECHANIZATION TECHNIQUES FOR WEED MANAGEMENT IN THE ARTIFICIAL REGENERATION OF FAGUS ORIENTALIS

Dr. Amadou Diouf, Prof. Dr. Aissatou Sow, Mr. Ibrahim Ndiaye
Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal

Abstract:

This study was conducted in the Forêt Classée de Dandé Mayo, Senegal, to evaluate three weed control methods employed in the regeneration of degraded *Fagus orientalis* forests. The methods compared include manual labor, cover removal using a Hitachi F20 Excavator, and weed control via agricultural equipment attached to a Ferguson 240S tractor. The comparison was based on specific work hours and standard durations for a unit area (1 hectare). The objective was to assess the efficiency of human versus mechanical labor concerning duration, productivity, and cost-effectiveness, aiming to identify the most efficient method under the prevailing ecological conditions of the study area. Time studies were performed for each method, dividing the operations into distinct phases for thorough evaluation. Actual data were utilized for cost calculations, employing the latest formulas and equations used in developed countries. An analysis of variance (ANOVA) was conducted to determine statistically significant differences in results, supplemented by the Duncan test for grouping significant outcomes. Findings indicated that weed removal in one hectare of the study area required 920 hours with manual labor, 15.1 hours with the excavator, and 60 hours with tractor-mounted equipment. The costs associated with these methods were found to be 3220.00 XOF for manual labor, 1250 XOF for the excavator, and 1825 XOF for the tractor-mounted equipment. The results suggest that using an excavator is significantly more productive in terms of both time and cost for weed control in the regeneration of degraded *Fagus orientalis* regions. Further investigations are necessary in various ecological settings to validate these findings and optimize weed management strategies. This research will assist forestry professionals in selecting the most effective and economical weed control methods, ultimately contributing to national economic development. Additionally, the insights gained from this study are crucial for shaping forestry policies in both the short and long term.

Keywords: Artificial regeneration, weed control, *Fagus orientalis*, productivity, Senegal.

SEASONAL IMPACTS ON TERMITE INFESTATION OF BEEKEEPING HIVES IN DAKAR, SENEGAL

Dr. M. B. Ndiaye, Prof. Dr. S. F. Diallo, A. T. Mbaye

Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal.

Abstract:

Termites are recognized as significant pests affecting honeybee wooden hives in Senegal, impacting both pre-colonization and post-colonization phases. While existing research has primarily focused on pests directly affecting honeybees, there is a lack of studies examining the structural vulnerability of hives (wood) and how seasonal variations influence termite activity. This study investigates the effects of seasonal changes on the severity of termite attacks on hives over a two-year period at Cheikh Anta Diop University in Dakar. A controlled apiary was established, consisting of 15 top-bar hives made from *Triplochiton scleroxylon* wood, which were systematically monitored within the university's arboretum. Observations indicated that colonies exhibited significantly lower levels of termite infestation during the dry season, correlating with reduced hive attacks. Conversely, the rainy season emerged as a critical period for heightened termite activity, linked to increased moisture content in the wood. Given prior studies suggesting a connection between hive colonization and the dry season, it is recommended that uncolonized hives be removed from the field at the start of the rainy season and returned two weeks before the dry season to mitigate pest-induced damage.

Keywords: Infestation, hive integrity, Senegal, seasonal variation, termites.

MATHEMATICAL MODELING OF FOREST RESOURCE DEPLETION: IMPACTS OF SYNTHETIC INDUSTRIES

Dr. Sophie Dupont, Prof. Dr. Julien Moreau, Ms. Clara Van der Meer

University of Leuven, Belgium.

Abstract:

This study presents a mathematical model that incorporates the forest biomass density $B(t)$, the density of wood-based industries $W(t)$, and the density of synthetic industries $S(t)$. It is assumed that forest biomass grows logistically in the absence of wood-based industries, while its depletion is accelerated by their presence. The growth of wood-based industries is influenced by $B(t)$, whereas $S(t)$ grows at a constant rate, independent of $B(t)$. The model also accounts for competition between $W(t)$ and $S(t)$ based on market demand. Four ecologically feasible steady states are identified: E_1 (forest biomass-free and wood industry-free equilibrium), E_2 (wood industry-free equilibrium), and two coexisting equilibria E_1^* and E_2^* . The behavior of the system around all feasible equilibria is examined using the stability theory of differential equations. A critical parameter in this model is the natural depletion rate h_1 , which reveals Hopf bifurcation at the non-trivial equilibrium concerning h_1 . Analytical results are validated through numerical simulations.

Keywords: Mathematical model, Forest resource depletion, Synthetic industries, Wood-based industries, Ecological equilibrium.

NITROGEN DYNAMICS IN A FORESTED HEADWATER STREAM IN BELGIUM

Dr. Elise Dupont, Prof. Dr. Laurent Moreau, Dr. Amélie Gérard

University of Liège, Belgium.

Abstract:

This study evaluates the relationship between nitrogen loading and runoff in the forested headwater streams of Belgium, aiming to provide insights into the current state of nitrogen saturation within a forested catchment area. The concentration of NO₃-N observed in the research area significantly exceeded the national average in Belgium. Nitrogen runoff was estimated to represent 60–62% of total nitrogen loading, indicating a probable decline in the nitrogen retention capacity of the forest ecosystem. The challenges facing Belgium's forestry sector, including diminished timber demand and competition from imported materials, are likely to exacerbate the ongoing reduction in nitrogen saturation levels in forested habitats.

Keywords: Dissolved inorganic nitrogen species, Forest management, Nitrogen saturation, Ecosystem health, Environmental monitoring.

A COMPARATIVE STUDY OF LAND USE MANAGEMENT IN HOKKAIDO, JAPAN

Dr. Abebe Tadesse, Prof. Dr. Amina Gebre, and Mr. Solomon Mulu

Abstract:

This study examines land use management in Hokkaido, Japan, the northernmost and largest prefecture by surface area. It focuses on two main aspects: the competition among various land uses, including urban, agricultural, and forestry land in different cities and their adjacent regions, as well as the potential for forestry biomass utilization in other areas. Utilizing Geographic Information Systems (GIS) for district-level land use analysis, the research identifies regions that necessitate a closer look at land use control and guidance. The analysis reveals the importance of categorizing Hokkaido into two distinct zones: those within defined city planning areas and those beyond them, allowing for a tailored evaluation of land use management strategies. In urban areas, particularly, there is a pressing need to reassess land use through the lens of compact city development and smart city principles, while also addressing the conflicts among various land uses. For regions outside defined urban areas, the study advocates for the establishment of community recycling initiatives based on forestry biomass, emphasizing the evaluation of land use strategies focused on forest resources both within and beyond city planning zones.

Keywords: Land Use Management, Urban Development, Forestry Biomass, GIS Analysis, Hokkaido

IMPACT OF MOLTEN BATH COMPOSITION ON HOT-DIP ALUMINIZING OF AISI 4140 STEEL

Dr. Samuel Desta, Prof. Dr. Amira Hailu

University: Addis Ababa University, Ethiopia.

Abstract:

In the hot-dip aluminizing (HDA) process, molten baths typically utilize Al or Al-Si alloys. This study investigates the influence of three distinct aluminum alloys—Al4043 (Al-Mg), Al5356 (Al-Si), and Al7020 (Al-Zn)—on the morphological and mechanical properties of aluminide layers formed on AISI 4140 low alloy steel substrates. The experimental parameters, including bath composition, temperature, and dipping duration, were systematically analyzed using a Taguchi L9 orthogonal array. Post-HDA and diffusion annealing, the thickness, microstructure, and hardness of the coatings were measured. The findings indicate that the sample treated in the Al7020 molten bath at 700 °C for 10 minutes, followed by diffusion annealing at 750 °C, exhibited a smooth and clean aluminide layer with minimal Kirkendall porosity and cracks. The hardness of the aluminide layer ranged from 1100 to 1300 Vickers (HV), with an approximate coating thickness of 400 μm . These results highlight the potential of using Al7020 in the HDA process for AISI 4140 steel, facilitating the formation of a robust and dense aluminide layer.

Keywords: Aluminum alloys, coating, hot-dip aluminizing, microstructure.

CARBON-BASED COPPER OXIDE ELECTROCATALYST FOR ANODIC REACTIONS IN VANADIUM REDOX FLOW BATTERIES

Dr. Abebe Tadesse, Ms. Meskerem Admasu, Prof. Dr. Fikreab Tsegaye

Department of Chemical Engineering, Addis Ababa University, Ethiopia

Abstract:

This research investigates the synthesis and characterization of a Copper Oxide Doped Carbon (CuO-C) electrocatalyst for the anodic reactions in Vanadium Redox Flow Batteries (VRFB). The CuO was synthesized through a microreactor technique. Characterization of the electrocatalyst was performed using X-ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Field Emission Scanning Electron Microscopy (SEM). The electrochemical performance was evaluated by Linear Sweep Voltammetry (LSV). Results indicate that the synthesized CuO demonstrates favorable crystallinity, morphology, and surface area, which contribute to enhanced battery performance.

Keywords: ECSA, electrocatalyst, energy storage, Tafel.



TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF WOOD-PLASTIC COMPOSITES AGAINST UNCOATED CEMENTED CARBIDE

Dr. Yared Tesfaye, Prof. Dr. Selamawit Kassa

Addis Ababa University, Ethiopia

Abstract:

This study explores the dry sliding friction characteristics of wood-plastic composites (WPCs) in contact with tungsten carbide-cobalt (WC-Co) hard alloys. It investigates the influence of key factors such as vertical load, temperature, and sliding distance on the dynamic coefficient of friction, considering their interactive effects. Through multiple regression analysis, a significant polynomial relationship was established (adjusted $R^2 > 0.98$). The composite's resistance to thermo-mechanical influences plays a crucial role in how temperature and force parameters affect the friction coefficient. Among the tested materials, WPC-B exhibited the lowest friction and highest thermal resistance compared to WPC-A, with both composite and cemented carbide materials demonstrating minimal wear. Insights into the friction mechanisms were gained through Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), highlighting the elemental composition's role in the friction process.

Keywords: Friction, composite, carbide, temperature.

FIRST-PRINCIPLE ANALYSIS OF ELECTRONIC PROPERTIES AND DIELECTRIC RESPONSE OF $ZnIn_2Se_4$ AND $ZnIn_2Te_4$

Dr. Aarav S. Joshi, Prof. Dr. Neha K. Verma

Department of Physics, Indian Institute of Technology Delhi, India

Abstract:

The electronic properties of $ZnIn_2Se_4$ and $ZnIn_2Te_4$, recognized as vacancy defect materials, have been systematically analyzed using the Density Functional Theory (DFT) approach. This study employed the pseudopotential method in combination with the LDA+U technique and Projector Augmented Wave (PAW) method to determine the electronic band structure, total density of states, and partial density of states. Additionally, the dielectric response function was evaluated utilizing a norm-conserving pseudopotential with a scissors shift. Our findings reveal that both $ZnIn_2Se_4$ and $ZnIn_2Te_4$ behave as semiconductors, exhibiting energy band gaps of 1.66 eV and 1.33 eV, respectively, with direct energy band gaps located at the gamma point of high symmetry. The energy widths of the topmost valence subbands for $ZnIn_2Se_4$ and $ZnIn_2Te_4$ are determined to be 5.7 eV and 6.0 eV, respectively. The partial density of states (PDOS) analysis indicates that the Se-4p orbital predominantly contributes to the top of the valence band in $ZnIn_2Se_4$, while the conduction band is primarily constituted of In-5p, In-5s, and Zn-4s states. For $ZnIn_2Te_4$, the PDOS reveals that the valence band top is primarily characterized by Te-5p states, and its conduction band bottom is mainly composed of Zn-4s, Te-5p, Te-5s, and In-5s states. The calculated dielectric response function values are 11.9 and 36 for $ZnIn_2Se_4$ and $ZnIn_2Te_4$, respectively.

Keywords: Optoelectronic, Dielectric Response Function, LDA+U, Band Structure Calculation.



OPTIMIZATION OF TIRE VULCANIZATION PARAMETERS THROUGH TAGUCHI EXPERIMENTAL DESIGN

Dr. Amina Mbala, Prof. Dr. Thabo Ndlovu, Imani Kone

University of Dar es Salaam, Department of Chemical Engineering, Tanzania

Abstract:

The transformation of natural rubber and related polymers into materials exhibiting superior physical properties, such as enhanced elastic modulus and durability, is accomplished via a chemical process known as sulfur vulcanization. This process typically involves the application of heat to sulfur or sulfur-containing compounds. The primary objective of this study is to optimize key parameters in the tire vulcanization process, focusing on temperature, pressure, and duration. By employing Taguchi experimental design, this research aims to determine the optimal settings for these parameters. The findings indicate that the ideal conditions for achieving maximum tire modulus are a temperature of 170 °C, a pressure of 110 bar, and a time duration of 230 seconds. Under these optimized conditions, the resulting tire modulus reached 8.8 kgf.

Keywords: Rubber vulcanization, Taguchi design, optimization, polymers.

ENHANCED PERFORMANCE OF ELECTROSTATIC FILTER MEMBRANES FOR ADVANCED FILTRATION APPLICATIONS

Prof. Dr. Idris Sow, Ms. Fatou Jallow

University of The Gambia, Department of Environmental Science, Gambia

Abstract:

Electrostatic filter membranes possess a high surface area-to-volume ratio and significant porosity, making them suitable for diverse filtration and separation applications. While conventional filter membranes can achieve a filtration efficiency of over 95%, specific sectors such as air and fuel filtration demand near-complete efficiency, which is challenging with traditional membranes. This challenge often results in higher costs due to the need for more advanced membrane materials and increased operational expenses. Electret filters, which utilize simultaneous electrostatic attraction and mechanical capture, have demonstrated the capability to reach nearly 100% filtration efficiency. This article provides a comprehensive overview of charged filter membranes, their applications, and the factors influencing charge enhancement.

Keywords: Electrostatic filter membranes, filtration efficiency, environmental applications, polymeric materials.

GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES USING MORINGA OLEIFERA LEAF EXTRACT

Prof. Dr. Kwame Nkrumah, Dr. Zainab El-Amin, Mr. Tunde Adewale
Department of Chemistry, University of Lagos, Nigeria

Abstract:

In this study, zinc oxide nanoparticles (ZnO NP) were synthesized using a one-pot green synthesis method facilitated by *Moringa oleifera* leaf extract (MOLE). The extraction of MOLE was conducted through maceration with ethanol at a ratio of 1:5 over a period of 5 days. The phytochemicals present in MOLE, including tannins and flavonoids, acted as both reducing agents and stabilizers in the formation of ZnO NP. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis of the extract revealed characteristic peaks at 3350 cm^{-1} , 1610 cm^{-1} , and 1380 cm^{-1} , indicating the presence of O-H stretching, C=C bending, and C-H bending vibrations, respectively. Various volumes of MOLE and calcination temperatures were tested, yielding nanoparticles with distinct morphological features. Characterization techniques such as Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) and FTIR were employed to analyze the synthesized nanoparticles. The X-ray diffraction (XRD) patterns indicated prominent peaks at 2θ values of 31.7° , 34.4° , and 36.2° , corresponding to crystal planes (100), (002), and (101), respectively. Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis showed a diverse morphology ranging from spherical to rod-like structures, with crystallite sizes averaging between 15 nm and 35 nm.

Keywords: *Moringa oleifera*, green synthesis, zinc oxide, nanoparticles.

UPCYCLING AUTOMOTIVE TEXTILE WASTE: DEVELOPMENT OF RECYCLED PET/PP BLENDS FOR FURNITURE EDGE BANDING APPLICATIONS

Dr. Amina Diallo, Prof. Dr. Malik Ndoye, Fatou Bintou, Dr. Ousmane Sow
Department of Materials Science, Cheikh Anta Diop University, Senegal

Abstract:

This study investigates the upcycling of automotive textile waste, primarily composed of PET/PP, to develop sustainable materials for the furniture edge banding sector. The objective is to formulate and produce blends that can effectively replace conventional PP raw materials used in plastic edge bands. The inherent lamination of the textile waste presents challenges in separating the incompatible PP and PET phases, which complicates the recycling process and affects the quality of the resulting materials. To address these challenges, a comprehensive two-step production process was implemented, utilizing various types of block and maleic-grafted copolymers to enhance compatibility between the incompatible phases. The resultant PP/PET blends were thoroughly characterized, focusing on their mechanical, thermal, and morphological properties to evaluate their potential as substitutes for original raw materials.

Keywords: Upcycling, automotive textile waste, mechanical recycling, plastic blends, material characterization

INVESTIGATION OF AMMONIA ADSORPTION CHARACTERISTICS OF METAL CHLORIDE-ENHANCED COMPOSITE CARRIERS

Dr. Amina Diallo, Prof. Dr. Samuel Nkrumah, Ms. Fatoumata Keita

Department of Chemical Engineering, University of Dakar, Senegal

Abstract:

Ammonia serves as a vital carrier for hydrogen energy due to its high hydrogen content density and absence of carbon dioxide emissions. The safe and efficient capture of ammonia for synthesis from biomass is crucial in addressing the global energy crisis. Metal chlorides exhibit significant chemical adsorption capabilities for ammonia, allowing for desorption at elevated temperatures to yield concentrated ammonia, making them promising candidates for ammonia capture and separation technologies. This study evaluates the ammonia adsorption properties of CuCl_2 , utilizing silicon and multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) as supporting materials for the preparation of composite adsorbents. Our findings indicate that the ammonia adsorption capacity of the adsorbents declines with rising temperatures, suggesting that metal chlorides are more effective for low-temperature ammonia adsorption. The incorporation of silicon and MWCNTs notably enhances the ammonia adsorption efficiency of CuCl_2 , primarily due to the porous nature of the support materials, which facilitate physical adsorption and improve the structural integrity of the adsorbent.

Keywords: Ammonia, adsorption properties, metal chloride, MWCNTs, silicon.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF PVA/MMT NANOCOMPOSITES FOR ENHANCED BIOMEDICAL APPLICATIONS

**Dr. Amina Sylla, Prof. Dr. Idris Kamara, Dr. Fatoumata Diallo, Dr. Mamadou Ba, Mr.
Cheikh Ndiaye**

University of Dakar, Department of Materials Science, Senegal

Abstract:

Recent advancements in the field of biomedical engineering have highlighted the need for innovative polymeric membranes, with Poly(vinyl alcohol) (PVA) being among the most explored materials. This study investigates the potential of PVA as a base for personal protective equipment against infectious diseases, specifically through the incorporation of Montmorillonite (MMT) to enhance its properties. Thermal treatment above the glass transition temperature is employed to improve the mechanical characteristics of the polymer, leading to increased crystallinity and the formation of a robust physical network. Temperature-Modulated Differential Scanning Calorimetry (TMDSC) analysis reveals that incorporating 0.5% MMT into the PVA matrix elevates the glass transition temperature (T_g) and modifies the crystallinity profile. The results indicate that two distinct melting points and overlapping recrystallization behaviors are observed during thermal cycling, suggesting the presence of different types of crystalline structures. The heat treatment results in more rigid membranes, evidenced by significantly reduced water uptake kinetics. Despite the addition of MMT, no substantial impact on the overall properties of the PVA membranes is noted. The water sorption kinetics of the modified membranes exhibit deviations from Fick's law, attributable to the slow relaxation dynamics of the glassy polymer matrix.

Keywords: PVA, Montmorillonite, nanocomposite, thermal treatment, biomedical applications.

CHARACTERIZATION OF PRECIOUS AND SEMI-PRECIOUS STONES FROM THE BAM HISTORICAL CITADEL USING MICRO-RAMAN SPECTROSCOPY

Dr. Mohammad Reza Naderi, Prof. Dr. Sara Jalali, Nazli Darkhal
University of Bam, Department of Geology, Iran

Abstract:

The use of gems and ornaments has been a hallmark of Iranian culture since antiquity. The wealth and aesthetic appreciation of the Iranian people have historically fostered a keen interest in precious and semi-precious stones. This study leverages Iran's rich heritage of gem collection and identification to explore the unique treasure of national jewelry. Employing micro-Raman spectroscopy—a non-destructive analytical technique that combines optical microscopy with Raman spectroscopy—this research aims to elucidate the structural properties of selected stone samples from the Bam historical citadel. Additionally, Energy Dispersive X-ray (EDX) analysis is utilized to assess the elemental composition of these materials. The investigation reveals that the analyzed beads are primarily composed of agate and jasper, both classified within the chalcedony group. The findings underscore the efficacy of micro-Raman spectroscopy in providing detailed insights into the structural characteristics of gemstones within a concise timeframe.

Keywords: Bam citadel, precious stones, semi-precious stones, Raman spectroscopy.



EVALUATING THE EFFICIENCY OF MICROENCAPSULATED PHASE CHANGE MATERIALS IN FOOD PRESERVATION

Dr. Amir Hossein Sharifi, Fatemeh Nazari, Prof. Dr. Mohammad Reza Jafari
University of Tehran, Department of Food Science and Technology, Iran

Abstract:

Temperature fluctuations during transportation and storage significantly impact the quality and shelf life of food products. Effective packaging is crucial for safeguarding food from adverse environmental conditions, particularly thermal variations. This study explores the efficacy of microencapsulated Phase Change Materials (PCM) as an innovative thermal insulation layer in smart food packaging solutions. The performance of the PCM insulation is assessed across various thicknesses, focusing on its ability to absorb heat from the surroundings. Results are quantified in terms of the PCM melting time and the corresponding thermal protection duration offered.

Keywords: Food preservation, phase change material, thermal insulation, packaging efficiency.

CO₂ RECOVERY FROM FLUE GAS AND ITS CONVERSION TO METHANOL THROUGH A THREE-STEP PROCESS

Dr. Amir Hossein Zare, Prof. Dr. Fatemeh Rahimi, Dr. Mohammad Javad Alizadeh, Dr. Parisa Mohammadi
University of Tehran, Department of Chemical Engineering, Iran

Abstract:

Flue gas emitted from coal-fired and gas combustion power plants contains significant amounts of carbon dioxide (CO₂), a greenhouse gas contributing to global warming. This study explores the Carbon Capture Storage and Utilization (CCSU) approach to mitigate CO₂ emissions. The flue gas is captured from the chimney, filtered, and compressed to a pressure of 8 barg. The compressed flue gas undergoes a three-stage Pressure Swing Adsorption (PSA) process utilizing activated carbon, with optimal adsorption pressures observed at 7 barg. The CO₂ concentrations achieved in each stage were 29.8%, 66.4%, and 96.7%, respectively. The final mixed gas, composed of 96.7% CO₂, 2.7% N₂, and 0.6% O₂, is primed for methanol synthesis. Experiments conducted in a 5-liter methanol synthesis reactor reveal that varying the mixed CO₂ and CH₄ ratios of 70/30, 50/50, 30/70, and 10/90 produce methanol yields of 2.4, 4.3, 5.6, and 5.3 L/day, respectively, achieving CO₂ savings of 40%, 30%, 15%, and 7%. The optimal mixed CO₂/CH₄ ratio of 47/53% by volume yielded 4.2 L/day of methanol, resulting in a 32% reduction in CO₂ emissions compared to traditional methane steam reforming methods, which produce 5 L/day without CO₂ utilization.

Keywords: Carbon capture storage and utilization, pressure swing adsorption, reforming, methanol.

DEVELOPMENT OF ECO-FRIENDLY WOOD ADHESIVES USING MIMOSA TANNIN AND CORNSTARCH

Dr. Ahmad Reza Shams, Prof. Dr. Leyla Moradi, Fatemeh Jafari
University of Tehran, Department of Wood Science and Technology, Iran

Abstract:

Currently, the predominant use of formaldehyde-based adhesives such as urea formaldehyde (UF) and melamine formaldehyde (MF) in the wood-based panel industry poses environmental challenges due to their derivation from non-renewable resources. This has led to an increasing demand for eco-friendly, bio-based wood adhesives that meet the industry's requirements while being economically competitive. This study presents the synthesis of a formaldehyde-free adhesive formulated from tannin and cornstarch, utilizing citric acid and tartaric acid as hardeners for the resin system. Comprehensive analyses, including solid content, viscosity, and gel time, were conducted to assess the processability of the adhesive. The chemical structures of the cured adhesive samples were characterized using FTIR techniques. To evaluate the performance of the synthesized bio-based resin formulation, particleboards were produced on a laboratory scale, and their mechanical and physical properties were thoroughly examined. Additionally, the formaldehyde content in the boards was determined using the perforator method. The findings indicate that the developed bio-based wood adhesive formulation holds significant promise as a viable alternative in the wood-based panel industry, contingent upon further enhancements.

Keywords: Wood adhesive, cornstarch, mimosa tannin, particleboard.

MECHANICAL CHARACTERIZATION OF DATE PALM FLOUR AND BIOPOLYPROPYLENE COMPOSITES COMPATIBILIZED WITH PP-G-IA

Dr. Ali Rezaei, Prof. Dr. Fatemeh Mohammadi, Dr. Amir Hossein Ghasemi, Prof. Dr. Mohammad Javad Sadeghi

University of Tehran, Department of Polymer Engineering, Iran

Abstract:

This study investigates the development of wood plastic composites utilizing biopolypropylene (BioPP) and date palm flour (DPF) through extrusion and injection molding techniques. To enhance compatibility, PP-g-IA and dicumyl peroxide (DCP) were employed as a compatibilizer and free radical initiator for reactive extrusion, respectively. The mechanical and morphological properties of the composites were evaluated to assess blend compatibility. Results indicate that the incorporation of DCP and PP-g-IA significantly improved the stiffness of BioPP, reflected in increased elastic modulus. Additionally, these additives enhanced the tensile strength and elongation at break compared to samples composed solely of BioPP and DPF, indicating better affinity between the two components. The synergistic effect of DCP and PP-g-IA was confirmed by Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM), which revealed improved adhesion of DPF particles to the polymer matrix when both compatibilizers were present. This interaction was particularly pronounced, showing minimal gaps between DPF particles and the BioPP matrix.

Keywords: Biopolypropylene, compatibilization, date palm flour, wood plastic composit

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF A HIGH-EFFICIENCY HONEYCOMB CERAMIC HEATER WITH CONDUCTIVE COATING

Dr. Amir Hossein, Prof. Dr. Fatemeh Jafari, Ali Rezaei, Dr. Sara Mohammadi

University of Tehran, Department of Materials Engineering, Iran

Abstract:

Porous electric heaters offer superior heating performance compared to conventional electric heaters due to their increased specific surface area. Utilizing either porous metallic materials or conductive porous ceramics, these heaters can enhance thermal efficiency. While metallic options achieve low heating power through their low electrical resistivity, the complexity and cost associated with manufacturing conductive porous ceramics present challenges. This study introduces a honeycomb ceramic electric heater that employs a dielectric ceramic substrate paired with a surface conductive coating as the heating element. The conductive coating is synthesized using the sol-gel method, integrating silica sol, methyl trimethoxysilane, and graphite powder as conductive fillers. Through electrical resistivity and thermal stability analyses, we investigate the conductive mechanisms and degradation processes of the coating. The experimental heating performance is evaluated using both air and deionized water as working media. Findings reveal that the conductive network formed by the contact of graphite flakes enables efficient electron transfer, achieving a minimal electrical resistivity of $0.88 \Omega \cdot \text{cm}$ with 30 wt% graphite content. The coating maintains good electrical stability up to $500 \text{ }^\circ\text{C}$ but deteriorates beyond $600 \text{ }^\circ\text{C}$ due to crack formation from thermal expansion and weight loss. Additionally, the working medium significantly influences the heater's volume power density, reaching 640.85 kW/m^3 when using air under natural convection, and increasing fivefold with deionized water. This honeycomb ceramic electric heater showcases a straightforward fabrication process, cost-effectiveness, and high-volume power density, highlighting its potential in fluid heating applications.

Keywords: Conductive coating, honeycomb ceramic heater, thermal efficiency, volume power

DURABILITY ASSESSMENT OF RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES REINFORCED WITH FLAX FIBERS

Dr. Emma Jensen, Prof. Dr. Lukas Schmidt, Dr. Claudia Müller, Prof. Dr. Erik Van den Broeck

Department of Materials Science, University of Leuven, Belgium

Abstract:

In recent years, the increasing global environmental consciousness, driven by resource depletion and climate change, has led to the innovation of eco-friendly products, including biocomposites reinforced with natural fibers. A significant hurdle in the application of biocomposites for outdoor use is the limited understanding of their long-term durability and the changes in their mechanical and physicochemical properties over time. This study investigates the photooxidation effects on unidirectional (UD) flax fiber-reinforced composites with a recycled polypropylene matrix. The composites were prepared via thermocompression and subjected to an accelerated aging test utilizing a xenon arc WeatherOmeter. The findings detail the impact of UV exposure on the chemical composition and surface morphology of the composites, as well as their tensile mechanical properties. Results indicate that while accelerated aging substantially affects the surface characteristics of the composites, it has a minimal effect on their mechanical integrity.

Keywords: Flax fiber, photooxidation, durability, recycled polypropylene, mechanical properties.

GALACTOSE-MODIFIED ZINC OXIDE NANOPARTICLES: A NOVEL APPROACH TO DRUG DELIVERY WITH REDUCED ZINC ION RELEASE

Dr. Elena Novak, Prof. Dr. Tomasz Kowalski, Dr. Anna Malinowska
University of Warsaw, Department of Materials Science, Poland

Abstract:

The potential toxicity associated with the use of unmodified zinc oxide nanoparticles as drug carriers is primarily linked to the release of zinc ions. In this study, we synthesized zinc oxide nanoparticles modified with galactose using a microwave-assisted method. The physicochemical characteristics of the synthesized nanoparticles were thoroughly analyzed. The size and zeta potential were measured using dynamic light scattering, while X-ray diffractometry was employed to evaluate the crystalline structure. Fourier-transform infrared spectroscopy was utilized to confirm the successful modification of the nanoparticles. A comparative analysis of zinc ion release from the modified nanoparticles versus bare zinc oxide was conducted. Results indicated that galactose modification significantly reduces the release of zinc ions, thereby mitigating the toxic effects associated with the drug-carrier conjugate.

Keywords: Nanomaterials, zinc oxide, drug delivery system, toxicity.

UTILIZATION OF ORGANIC SEMICONDUCTOR MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF FLEXIBLE PHOTOVOLTAIC DEVICES

Dr. Elena Petrova, Prof. Dr. Marco Rossi, Dr. Anna Müller

University of Milan, Department of Materials Science, Italy

Abstract:

The quest for sustainable energy generation has led to significant advancements in solar cell technology, with a focus on minimizing the environmental impact of traditional inorganic semiconductor production. This study investigates the application of organic semiconductors, specifically using allene compounds C₂₄H₂₆O₄ and C₂₄H₂₆O₅ as dopants in the fabrication of semiconductor films based on PbPc via high-vacuum evaporation. Infrared (IR) spectroscopy was utilized to assess the phase behavior and any notable chemical transformations occurring during the thermal evaporation process. The analysis through UV-visible spectroscopy and Tauc's model indicated that the thin films achieved activation energy values ranging from 1.47 eV to 1.55 eV for direct transitions and 1.29 eV to 1.33 eV for indirect transitions, classifying them as low bandgap semiconductors. Flexible photovoltaic devices were constructed using polyethylene terephthalate (PET) and Indium tin oxide (ITO) layered with the organic semiconductor. Characterization involved measuring electrical conductivity through the four-probe collinear method, and I-V curves were analyzed under various lighting conditions at room temperature. The OS1 (PbPc/C₂₄H₂₆O₄) device exhibited Ohmic behavior, while OS2 (PbPc/C₂₄H₂₆O₅) demonstrated superior current outputs at lower voltage levels. These findings highlight the potential of allene-doped semiconductor devices for future optoelectronic applications.

Keywords: Organic semiconductors, photovoltaic devices, electrical properties, thin films.

IMPACT OF COMMONLY CONSUMED ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE INTEGRITY OF ORTHODONTIC COMPOSITE MATERIALS

Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marco Rossi

Department of Dentistry, University of Milan, Italy

Abstract:

Orthodontic composite materials play a crucial role in direct tooth restorations and aesthetic dental procedures, addressing a variety of dental challenges and enhancing patients' smiles. This study investigates the influence of pH levels on the surface integrity of a nanohybrid composite material commonly used in orthodontics. Five types of widely consumed acidic beverages, with pH values ranging from 3 to 6, were selected to evaluate their effects on the composite material's surface. The specimens were subjected to prolonged immersion in these beverages to simulate extreme exposure conditions. Using scanning electron microscopy (SEM) at various magnifications, we analyzed the morphological changes in the nanohybrid composite discs. The results indicated the presence of pores, cracks, protrusions, and increased surface roughness across all specimens due to beverage exposure. Although all samples exhibited alterations, no direct correlation was found between the pH levels and the extent of surface damage.

Keywords: Acidity, beverages, surface structure, orthodontics, SEM.



ENHANCEMENT OF SILICON SOLAR CELL PERFORMANCE THROUGH OPTIMIZED ANTI-REFLECTIVE COATINGS

Dr. Emilia Novak, Prof. Dr. Lukas Müller, Janek Petrov

University of Technology, Department of Renewable Energy, Germany

Abstract:

This research investigates the modeling and performance analysis of silicon solar cells enhanced by the application of anti-reflective coatings (ARC). Utilizing MATLAB 2022, the study evaluates the dynamic optical reflectance and transmittance, alongside the net transmissivity-absorptivity product, considering diurnal variations in the angle of incidence. Various ARC materials are tested, with performance benchmarks established against uncoated silicon cells. Notably, MgF₂-coated silicon cells exhibit a remarkable optical transmittance of approximately 96.57% and the lowest reflectance at about 1.74% at noon. The electrical efficiency of the optimized solar cells is assessed under a composite climate scenario of Berlin, Germany, accounting for varying weather conditions. Annual electricity generation for anti-reflective coated crystalline silicon PV modules was calculated at 105.45 KWh, compared to 98.76 KWh for uncoated counterparts.

Keywords: Anti-reflective coating, electrical efficiency, silicon solar cell, optical properties, transmittance.

INNOVATIVE APPROACHES IN AGRICULTURAL PRODUCTION OF PAKISTAN

¹*Researcher Maliha AFREEN, ²Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

¹University of Veterinary and Animal Science, Lahore, Pakistan,
*malihaafreen120@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7542-1318

²Nigde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of City and
Regional Planning, Nigde, Turkiye, cuneytbagdatli@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-0276-4437

ABSTRACT

Pakistan is a developing agricultural country whose 21% GDP relies on agriculture. Unfortunately, farmers are not using agricultural inputs properly to enhance crop productivity because of lack of awareness. Farmers are suffering by using general conventional farm management methods for the whole field. Inefficient and excessive use of chemicals boosts initial costs and creates environmental pollution issues. In this article we talk about agricultural revolution, which involve application of some innovative methods for improving the agriculture production in Pakistan. Some innovative methods which have been used in Pakistan to improve the agricultural production including efficient rainwater harvesting, land consolidation, enhanced credit facilities, better soil and water conservation, the use of high-quality seed, balanced nutrient management, and weed control. In developed world farm management system based on precision agriculture, which is a multidisciplinary approach that involve crop rotation, machinery performance, plant genetics, soil tillage, irrigation, crop variability, and crop physical, chemical, and biological inputs. Precision agriculture is a modern technology, including smart computers, proximal and remote sensors, yield monitors, actuators, and variable rate applicators, ability to use contemporary GIS software to incorporate GPS information into precision agricultural technology outputs, are necessary to integrate these technologies into conventional agriculture. In Pakistan, Precision agriculture is currently in its growth phase, having been formally initiated two decades ago. Since there isn't one of these facilities in the Pakistan yet, it will take longer for these technologies to be introduced because 93% of farmers are smallholders, applying these technologies could not offer the same advantages as expected. One major problem in this direction is the absence of government regulation encouraging the use of ecologically friendly agricultural production techniques. To promote agriculture sustainability, the government needs to take the lead in addressing these problems.

Keywords: Agricultural production, Innovative researches, Pakistan

1. INTRODUCTION

Pakistan is an agricultural nation in South Asia that is still in the process of developing. According to the Government of Pakistan, the agricultural sector accounts for 21% of the country's GDP. There are two types of farmers in Pakistan: small to medium sized farmers and big, established land managers. Small farms in Pakistan tend to be poor productivity and use agricultural inputs inefficiently. In recent times, the nation's agricultural industry has seen

significant challenges, including decreased crop yields, rising input costs, electricity and water shortages, and decreased demand for agricultural goods at international level (Amjad, 2010). Conventional farm management techniques rely on applying generic guidelines to the whole field on the farm (Bakhsh et al., 2013). Due to the inefficient use of chemicals, this boosts initial costs and creates environmental issues, including ground water quality (Corwin et al., 2003; McBratney et al., 2003). Before the global agricultural automation revolution, farmers would create tiny fields to experiment with different treatments. The developed world's fields expanded due to intense mechanization, making it challenging to account for field variability without a breakthrough in technology (Stafford, 2000).

A farm management system based on technology and information is called precision agriculture. Through the application of technologies and principles, this seeks to achieve near-optimal profitability, sustainability, improved crop performance, preservation of land resources, and environmental protection in fields by identifying, analyzing, and managing spatial and temporal variability associated with all aspects of agricultural production (McBratney et al., 2003; Pierce and Nowak, 1999; Shibusawa, 1998; Stafford, 2000; Zhang et al., 2002). According to its definition, precision agriculture is a multidisciplinary approach that addresses a wide range of subjects, including crop rotation, machinery performance, plant genetics, soil tillage, irrigation, crop variability, and crop physical, chemical, and biological inputs (Zhang et al., 2002).

One major contribution of engineering discipline is the invention of novel sensors, actuators, applicators, agricultural machines, and other devices. To anticipate soil tillage and workability, calculate irrigation needs, assess soil strength and compaction, and measure draught force, among other soil and crop-related engineering factors, precision agriculture is also important. The idea behind precision agriculture is to optimize the agricultural production system through the development and convergence of several technologies, with the goal of increasing profit margins and lowering environmental hazards (Whelan, 2007; Zhang et al., 2002). According to Pierce and Nowak (1999), the fundamental stages of precision agriculture include detecting variability, controlling variability, and assessing decisions made in response to that management. In precision agriculture, detecting variability is the most important stage as without accurate information, management and decision-making cannot be carried out properly (Minasny and McBratney, 2002; Mondal and Basu, 2009).

Once variability has been sufficiently evaluated, it may be controlled by coordinating the necessary inputs within the given temporal and geographical framework. In the developed world, proximal and distant sensing technologies have been created and are being promoted to account for within field variability (Mahmood et al., 2012; Rossel et al., 2011).

Precision agriculture is being adopted at a relatively modest pace, but it is acknowledged as a new revolution in the agricultural industry, particularly in America, Australia, and Europe (Mondal and Basu, 2009; Swinton and Lowenberg-DeBoer, 2001). A few years ago, only a few industrialized nations could use precision technology. Reductions in input application rates can be achieved using precision agricultural applications without compromising crop output, according to reports from the USA, Canada, Europe, and Australia (Bongiovanni and Lowenberg-DeBoer, 2004; Gebbers and Adamchuk, 2010; McBratney et al., 2003). It has become challenge for developing nations to incorporate certain appropriate contemporary technology into their farming systems to fulfill the food demands of their expanding populations because of the developed world's adoption of precision agricultural technologies. Taking up this challenge, a few developing nations, including Argentina, Brazil, China, India, and Malaysia, have started implementing some precision agriculture components, particularly on

research farms. However, adoption of these countries is still quite low (Aimrun et al., 2009; Baytas and Akbal, 2002; Fidêncio et al., 2002; Hamzah et al., 2008; Paixão et al., 2006; Tiwari and Jaga, 2012).

In Pakistan, agricultural mechanization is currently in its growth phase, having been formally initiated two decades ago. Farm power was derived from both people and animals prior to the advent of agricultural mechanization. Despite significantly increasing production, agricultural mechanization had little impact on identifying within-field variability in soil and crop parameters, such as plant stress analysis, soil texture, moisture content, soil nitrogen, and other minerals (USAID, 2009). Precision technologies provide the capacity to forecast variability within a field, which may be applied to the site-specific variable administration of plant and soil inputs. Because small and marginal land holders comprise 93% of the nation's farmers (Ghafoor et al., 2010), managing within-field variability to maximize productivity and profit has long been a goal of the farmers.

2. INNOVATIVE AND TECHNOLOGICAL APPROACHES

2.1. Components of Precision Agriculture

As the core elements of precision agriculture must handle variability, its success depends on the measurement and comprehension of variability (Plant, 2001). The following are the components of precision agriculture:

2.2. Differential Global Positioning Systems (DGPS)

A DGPS is a network of satellites that is used to locate data points of crop and soil properties with extreme precision in terms of latitude, longitude, and elevation. According to accurate DGPS information, inputs can be tailored to specific places (ESRI, 2012).

2.3. Geographic Data and Information System

To capture, manage, analyze, and display all types of spatially linked information, this system incorporates hardware, software, and data (ESRI, 2012). Digitally referring to a common coordinate system, a GIS may organize, statistically analyze, and display a variety of geographical data types (Adamchuk et al., 2004). Further allocation choices can be made using these datasets when they are aggregated and overlapped to create new datasets (Venkataratnam, 2002).

2.4. Remote and Proximal Sensors

For many years, information from both proximal and distant sensors has been utilized to identify crop stress in fields, detect water, measure salinity and nutrients, identify different crop species, and monitor yield (Adamchuk et al., 2004). In contrast to proximal sensors, which are operated from proximity to a measuring entity, remote sensing applications are operated from a satellite or an airplane (Barnes et al., 2003; Ben-Dor et al., 2009; Bian et al., 2009; Mulder et al., 2011). The former are operated from a distance (Hossain et al., 2010; Jadoon et al., 2010; Kuang et al., 2012; Mahmood et al., 2011; Sudduth et al., 2010; Rossel et al., 2011).

2.5. Application Control

There are two methods for controlling an application: real-time control and map-based control (Mahmood et al., 2009; 2012). Due to their lower equipment requirements and computational techniques, map-based applications continue to be increasingly popular nowadays (Rossel et al., 2011).

With the use of position data from a DGPS, sensors gather data and interpret it off-site to create attribute maps. Following that, decision-making is done to ensure the best possible use of agricultural inputs. According to Rossel et al. (2011), sensors that operate in reactive applications alter the pace at which inputs are applied in reaction to local variables.

2.6. Variable Rate Technology

A GPS-guided tractor that senses its precise location in the field and transmits signals to the computer is equipped with a computer that stores a soil nutrient map with geographic information system. The decision support system determines the precise number of fertilizers and other inputs needed at each field location and instructs the variable rate applicator to apply the appropriate dose of input at each site (Maleki et al., 2007).

In a matter of seconds, this procedure is completed in real time. In the industrialized world, variable rate fertilizer applicators have shown to be successful. Bennett and Brown (1999) include granular spreaders, tillage tools, sprayers, irrigation systems, hydrous ammonia spreaders, and herbicide applicators as other variable rate systems.

2.7. Yield Monitors

Combine harvesters with yield monitors installed may measure grain yield and moisture content in real time, producing yield maps. Following the identification of productive and unproductive areas using the yield maps, inputs are administered at varying rates (Barnes et al., 2003). For many farmers, yield monitors might serve as their first introduction to precision agriculture technologies. A spatial database for land management must include yield maps as a necessary data layer. Developing precision management abilities requires understanding and applying the yield maps (Barnes et al., 2003; Dobermann and Ping, 2004).

2.8. Computers and Electronics

Processing and storing a large amount of data quickly has become easier because to computers and electronics. Various kinds of data gathered by stationary and mobile sensors in the context of precision agriculture are saved in computers and utilized for additional processing and mapping. Online data processing is now simple and quick thanks to these technologies. Consequently, computers and other electrical components are crucial elements of precision agriculture, which has advanced revolutionary.

2.9. Innovative technologies for sustainable agricultural land and crop yields

To increase crop productivity and improve soil quality, there are some other innovative technologies used. Rashid et al. (2004) identified several corrective measures, such as efficient rainwater harvesting, land consolidation, enhanced credit facilities, better soil and water conservation, the use of high-quality seed, balanced nutrient management, and weed control. Rainfed fields are considered low potential locations and are generally underestimated in the context of agricultural production. Nonetheless, these regions have a great potential for food production, as evidenced by their ability to produce more than twice as much as is now

achieved. Adnan et al. (2009) state that while water is still the only barrier impeding the growth of agriculture in these locations, crop yields may be significantly increased by using suitable management and resource development strategies.

2.10. Conserving rainwater through better water harvesting techniques

Rainfed areas receive enough rain, and if creative methods are employed to collect the rainwater, it can be utilized to produce crops (Baig et al, 1999; Adnan et al, 2009). (Shah et al., 2011) contend that, when applied according to scientific principles, supplemental irrigation is crucial to the success of dryland agriculture. Two significant methods of collecting rainwater are (i) in-situ and (ii) catchment-based water harvesting. The goal of in situ water gathering is to retain as much precipitation as possible where it falls. Certain land and soil treatments are used to achieve this. On the other hand, extra water that cannot be retained in the root profile is gathered and returned to the donor catchment. In regions with moderate annual rainfall (240–400 mm), this method is more beneficial.

It is possible to retain all incident precipitation in these regions by allowing water to remain on the surface until it is absorbed into the soil. Run-off recycling, terrace construction, and contour furrowing can all help achieve this. Rainwater is permitted to run off the top reaches of the watershed and collected at the lower reaches in catchment-based water harvesting for long-term agricultural development. To increase water harvest on nearby lands, the underlying idea is to minimize infiltration and maximize runoff on catchment slopes. Compaction, chemical soil sealants, and vegetation clearance can all increase runoffs. Small, inexpensive dams can be built to augment the water needs of rainfed areas in locations where runoff water can be collected and utilized. Reduction of surface runoff means that the soil's moisture stores are enhanced in addition to reducing and combating the risk of erosion. Corrective actions such as deep plowing, leveling, and bunding in which the fields are surrounded by sturdy earthen barriers, help retain water so that most of it seeps into the soil. Laser leveling guarantees that the moisture is distributed uniformly over the whole field (Baig et al,1999; Rashid et al,2004). An average of around 10 kg ha⁻¹ more wheat might be produced for every millimeter of water conserved. Raising agricultural yields by 14% was the result of implementing these conservation techniques during the summer season. Nonetheless, water harvesting is proven to enhance surface runoff for sandy and light-textured soils, and it may be gathered at the proper locations to fulfill residential, agricultural requirements.

2.11. Construction of small dams and dug wells

Surface runoff from the rainfed regions is thought to lose around 11 billion cubic meters (BCM) of water yearly. The Tarbela dam's capacity might be exceeded by the amount of water held if minor or smaller dams manage to retain 50% of this runoff.

The Pothwar region and the northern parts of the nation provide a plethora of prospective locations for the building of small/mini dams. In the area, 31 minor dams have been built by the Punjab government. These dams provide several secondary advantages in addition to providing water for agriculture, including replenishing groundwater, home and municipal applications, preventing soil erosion and flooding in plains and hilly areas, fostering fish culture, and offering leisure activities. However, there are several problems with these dams that need to be resolved, including the need to develop the irrigated areas, low water conveyance and application efficiencies, a decrease in reservoir capacity because of vegetation growth and

sediment deposition, and losses from evaporation and seepage. According to reports gathered by the National Engineering Services of Pakistan (NESPAK) and the International Water Management Institute (IWMI), cropping intensity is now at 60% compared to a planned 130%, meaning that only 23% of the stored water is being used.

Interestingly, several forward-thinking farmers in the Pothwar Region are building small dams, which have shown to be highly effective in producing an income on par with that of farmers in the canal-irrigated regions (Baig et al., 2013). Large sums of money are needed to provide large-scale water supplies through tiny and micro dams. Furthermore, great care must be taken when operating and maintaining these reservoirs. According to the Rainfed Master Plan, the cultivable areas of the Pothwar plateau have a significant amount of potential for the construction of open wells.

There are currently up to 10,000 open wells in the Pothwar area, many of which were built by farmers or with government assistance through various micro-water resource development programs. Further development is still possible, however before beginning any new initiatives, a sustainable evaluation must be completed (Baig et al., 2013).

2.12. Soil and water-conservation practices

Khan et al. (2013) advocated for the implementation of integrated engineering, cultural, and biological strategies for soil and water management approaches. Additionally, they recommended developing and implementing cropping methods on these regions that are environmentally compatible. Further cutting-edge technologies include terracing, contouring, strip cropping, enhanced tillage techniques, and the development of structures that conserve water and soil. Using a combination of crops, fodder, trees, and forest plants, the national scientists at PARC have effectively created an integrated strategy for managing watersheds and filling gully lands. Rehabilitating eroded regions and making the most of degraded lands have both benefited from this strategy (Zia et al., 1996; Baig et al., 1999). In some rainfed locations, wind erosion is a significant limitation as well, particularly on sandy soil with low moisture levels.

Due to their significant impact on raising crop yields, phosphorus fertilizers are vital (Zia et al., 1996). Applying phosphatic fertilizer greatly increased the production of rainfed wheat; applying 60 kg P ha⁻¹ resulted in yield increases ranging from 100% to 106% (Rashid et al, 1992). Appropriate distribution and soil management practices can significantly increase the efficiency of phosphatic fertilizers. In one research, groundnut pod production rose by 69% by drilling 23.69 kg ha⁻¹ N - P205 ha⁻¹, as opposed to broadcasting at 1.343 kg ha⁻¹ (Muendel, 1993). When applying P fertilizer in bands to maximize grain output in mung beans and chickpeas, 71% to 73% less fertilizer was used than in a broadcast application (Rashid, 1992).

2.13. Cultivation on the sloping lands

Scientists from the International Center for Integrated Mountain Development (ICIMOD) and the Pakistan Agricultural Research Council have worked together to create the Sloping Agricultural Land Technology (SALT) agricultural practices. Many Pakistani farmers who live in the foothills of the Himalayas welcomed the new technology. Farmers are effectively achieving sustained agricultural yields from their areas, which were previously thought to be susceptible, by implementing these farming strategies today.

In addition to cultivating a range of crops, they are also preserving Pakistan's sloped soils' fertility levels and replenishing its resources (Khan et al., 2013).

2.14. Gully land management

Bioengineering technology has been created by national experts to restore gullies in places badly impacted by erosion, following a ten-year period of study on severely degraded soils. The problem was solved, and the space was fully recovered by technology.

There were very few land development operations. Every attempt was made to prevent moving or removing the dirt from its original location. The use of intervention in the form of fruit and forest tree planting is yielding substantial results. These days, additional local farmers are motivated by the concept, and even small-scale and subsistence farmers are utilizing the technology. Through the implementation of this technique, farmers are practicing sustainable agriculture, therefore increasing their income levels while optimizing the use of their damaged lands (Zia and Rashid, 1995; Khan et al, 2013).

2.15. Adoption of zero-tillage

For the primary rice-wheat and cotton-wheat systems in the nation, zero-tillage was developed by the Pakistan Agricultural Research Council (PARC) in partnership with the provincial research and extension systems. These methods were applied in the process of seed bed preparation for planting and wheat sowing. By creating a pleasant atmosphere and preventing germination problems, strengthening crop-stand establishment, increasing fertilizer usage efficiency, and conserving water resources, the technologies were able to considerably contribute to boosting agricultural productivities, especially on salty soils. In saline and rainfed locations, a sizable portion of the farming population has now used zero-tillage technology (Khan et al., 2013).

Pakistan is an agricultural nation, yet with the resources at hand, the agricultural industry is unable to reach its full potential. This is linked to low landholding, high input costs, and a lack of contemporary methods of agriculture. The primary cause of precision agriculture's tardy adoption in Pakistan is a lack of awareness. Smaller farms, land tenure systems, expensive technology, lack of local technology availability, crop diversity or heterogeneity, lack of technical expertise, and lack of knowledge are among the specific reasons why farmers in Pakistan who are aware of these technologies are reluctant to implement precision agriculture. The expensive cost of this technology and tiny landholdings may be the two main obstacles to its application. The following are other obstacles that the use of precision agricultural technologies in agriculture must overcome:

Modern technology, including smart computers, proximal and remote sensors, yield monitors, actuators, and variable rate applicators, as well as the ability to use contemporary GIS software to incorporate GPS information into precision agricultural technology outputs, are necessary to integrate these technologies into conventional agriculture. Since there isn't one of these facilities in the nation yet, it will take longer for these technologies to be introduced. Since 93% of farmers are smallholders (Ghafoor et al., 2010), applying these technologies could not offer the same advantages as real-time variable rate input application. Nonetheless, by employing proximal and distant sensors to assess crop and soil characteristics, zones may be effectively defined for management. Another obstacle to precision agriculture's acceptance across the nation is the heterogeneity of cropping systems.

One major obstacle in this direction is the absence of government regulation encouraging the use of ecologically friendly agricultural production techniques. The key strategies in this regard are controlled use of farm inputs and organic farming, which can achieve agricultural sustainability, enhance human health, and drastically reduce environmental contamination, including soil and ground water contamination from excessive use of chemicals and fertilizers. To promote sustainability in agriculture, the government needs to take the lead in addressing these problems.

Farmers in industrialized nations might receive advisory services from proficient private sector firms and agencies about the application of precise technology and associated advantages. Regrettably, there aren't any private sector organizations in Pakistan that can offer farmers this kind of advice. Any entity or organization that exists doesn't have the ability to persuade farmers. Manufacturers of agricultural machinery are still learning how to use these technologies and are not as proficient. With the aid of research and educational institutions, they ought to be encouraged to bring about modernization in the agricultural sector. Another factor contributing to the low export volume of agricultural goods is the lack of understanding of this contemporary agricultural technology. People today want meals that are safer and have as little as possible chemical content. Local farmers will be forced to use this cutting-edge technology to produce safer crops due to competition in the global market. Conventional farming can be practiced on cheap and large land but given the nation's tiny landholding size and high land costs, precision technology could be more appropriate to maximize the nation's limited land resources.

Nonetheless, as Cook et al. (2003) argue, some precise technologies may be applied in small-scale agricultural systems. For instance, using GIS on small farms has shown to be quite effective in several developing nations, including China, Japan, and Korea (Mondal and Basu, 2009). Combine harvesters are used to harvest wheat and rice in the Punjabi rice-wheat belt. These combines may be effectively equipped with yield monitors for site-specific yield monitoring. This data may be used for creating soil maps and for determining the properties of the soil depending on the yield of various fields. At now, not a single combine in the nation is outfitted with a yield monitor (Ahmad et al., 2017). Likewise, in small-scale farming systems, fertilizer applicators can be employed if maps of soil variability are accessible. Portable chlorophyll meters are great diagnostic instruments for in situ monitoring of crop nitrogen status (Mondal and Basu, 2009). Portable pH meters are useful for mapping and measuring soil pH while on the road. Compared to reactive systems, which are more complex and need extensive fields, map-based precision agriculture is more applicable throughout the nation.

Adding precise devices to spraying equipment can help cut down on the overuse of pesticides. Pakistani farmers will gladly accept new technology if they are presented with the advantages of these innovations and made available to them at fair pricing. However, a necessary condition is that technologies be dependable and do not raise concerns related to food availability or financial stability. We propose that using cutting-edge agricultural instruments with sustainability and innovation might help prevent future food, environmental, and societal catastrophes.

REFERENCES

- [1] Adamchuk, V.I., Hummel, J.W., Morgan, M.T., Upadhyaya, S.K. On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 44(1), 71-91, 2004.
- [2] Adnan, S., Mahmood, R., Khan, A.H. Water balance conditions in rainfed areas of Potohar and Balochistan plateau during 1931-08. *World Applied Sciences Journal*, 7(2), 162-169, 2009.
- [3] Ahmad, T., Ali, Z., Mahmood, H.S. Factors causing low head rice recovery in combine-harvested paddy. *Science*, 36(2), 84-90, 2017.
- [4] Aimrun, W., Amin, M.S., Rusnam, M., Ahmad, D.E.S.A., Hanaf, M.M., Anuar, A.R. Bulk soil electrical conductivity as an estimator of nutrients in the maize cultivated land. *European Journal of Scientific Research*, 31, 37-51, 2009.
- [5] Amjad, R., Key challenges facing Pakistan agriculture: How best can policy makers respond? A note. *Pakistan Institute of Development Economics (PIDE)*, Government of Pakistan, Islamabad, 2010.
- [6] Baig, M.B., Shahid, S.A., Straquadine, G.S. Making rainfed agriculture sustainable through environmental friendly technologies in Pakistan: A review. *International Soil and Water Conservation Research*, 1(2), 36-52, 2013.
- [7] Baig, M.B., Zia, M.S., Tahir, M.B. Soil environmental issues and their impact on agricultural productivity of low potential areas of Pakistan. *Science Vision*, 4(3), 56-60, 1999.
- [8] Bakhsh, A., Bashir, I., Farid, H.U., Wajid, S.A. Using CERES-wheat model to simulate grain yield production function for Faisalabad, Pakistan, Conditions. *Experimental Agriculture*, 49(3), 461-475, 2013.
- [9] Barnes, E.M., Sudduth, K.A., Hummel, J.W., Lesch, S.M., Corwin, D.L., Yang, C., Daughtry, C.S., Bausch, W.C. Remote-and ground-based sensor techniques to map soil properties. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(6), 619-630, 2003.
- [10] Baytaş, A.F., Akbal, S. Determination of soil parameters by gamma-ray transmission. *Radiation Measurements*, 35(1), 17-21, 2002.
- [11] Ben-Dor, E., Metternicht, G., Goldshleger, N., Mor, E., Mirlas, V., Basson, U. Review of remote sensing-based methods to assess soil salinity. In: Metternicht, G. and Zinck, J. (eds), *Remote sensing of soil salinization: Impact on land management*. CRC press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 39-60, 2009.
- [12] Bennett, K.A., Brown, R.B. Field evaluation of a site specific direct injection herbicide sprayer. In: Joseph, S. (ed.). *Proc. American Society of Agricultural Engineers*, 99-1102 MI, USA, 4, 1999.
- [13] Bian, Z., Lei, S., Inyang, H.I., Chang, L., Zhang, R., Zhou, C., He, X. Integrated method of RS and GPR for monitoring the changes in the soil moisture and groundwater environment due to underground coal mining. *Environmental geology*, 57, 131-142, 2009.
- [14] Bongiovanni, R., Lowenberg-DeBoer, J. Precision agriculture and sustainability. *Precision agriculture*, 5, 359-387, 2004.
- [15] Cook, S.E., O'Brien, R., Corner, R.J., Oberthur, T. Is precision agriculture irrelevant to developing countries? In: *Precision agriculture*, 115-119, Wageningen Academic, 2003.
- [16] Corwin, D.L., Kaffka, S.R., Hopmans, J.W., Mori, Y., Van Groenigen, J.W., Van Kessel, C., Lesch, S.M., Oster, J.D. Assessment and field-scale mapping of soil quality properties of a saline-sodic soil. *Geoderma*, 114(3-4), 231-259, 2003.
- [17] Dobermann, A., Ping, J.L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. *Agronomy journal*, 96(1), 285-297, 2004.
- [18] ESRI. (2012). *Geographic Information System*. Available at webpage: www.esri.com/what-is-gis (verified on July 16, 2013)

- [19] Fidencio, P.H., Poppi, R.J., de Andrade, J.C. Determination of organic matter in soils using radial basis function networks and near infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 453(1), 125-134, 2002.
- [20] Gebbers, R., Adamchuk, V.I. Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828-831, 2010.
- [21] Ghafoor, A., Hussain, M., Naseer, K., Ishaque, M., Baloch, M.H. Factors affecting income and saving of small farming households in Sargodha district of The Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Agriculture: Agricultural Engineering Veterinary Sciences*. 26(2), 27-35, 2010.
- [22] Hamzah, U., Ismail, M.A., Samsudin, A.R. Geophysical techniques in the study of hydrocarbon-contaminated soil. *Bulletin of Geological Society Malaysia*, (54), 133-138, 2008.
- [23] Hossain, M.B., Lamb, D.W., Lockwood, P.V., Frazier, P. Field determination of soil moisture in the root zone of deep vertosols using EM38 measurements: calibration and application issues. In: *Proximal Soil Sensing*, 255-263. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010.
- [24] Jadoon, K.Z., Lambot, S., Scharnagl, B., van der Kruk, J., Slob, E., Vereecken, H. Quantifying field-scale surface soil water content from proximal GPR signal inversion in the time domain. *Near Surface Geophysics*, 8(6), 483-491, 2010.
- [25] Khan, A., Ahmad, D.M. and Shah Hashmi, H. (2013). Review of available knowledge on land degradation in Pakistan. OASIS Country Report 3, ICARDA. Available at: [https:// apps. Icarda. org/asmx/ Download File to Local?](https://apps.icarda.org/asmx/DownloadFileToLocal?) (Accessed: Feb,22,2013).
- [26] Kuang, B., Mahmood, H.S., Quraishi, M.Z., Hoogmoed, W.B., Mouazen, A.M., van Henten, E.J. Sensing soil properties in the laboratory, in situ, and on-line: a review. *Advances in agronomy*, 114, 155-223, 2012.
- [27] Mahmood, H.S., Hoogmoed, W.B., Van Henten, E.J. Combined sensor system for mapping soil properties. In: *Precision agriculture'09*, 423-430. Wageningen Academic, 2009.
- [28] Mahmood, H.S., Hoogmoed, W.B., Van Henten, E.J. Estimating soil properties with a proximal gamma-ray spectrometer using windows and full-spectrum analysis methods. In: *Proceedings of the Second Global Workshop on Proximal Soil Sensing, Montreal, Canada, 15-18 May 2011*, 132-135, 2011.
- [29] Mahmood, H.S., Hoogmoed, W.B., van Henten, E.J. Sensor data fusion to predict multiple soil properties. *Precision Agriculture*, 13, 628-645, 2012.
- [30] Maleki, M.R., Mouazen, A.M., Ramon, H., De Baerdemaeker, J. Optimisation of soil VIS–NIR sensor-based variable rate application system of soil phosphorus. *Soil and Tillage Research*, 94(1), 239-250, 2007.
- [31] McBratney, A.B., Santos, M.M., Minasny, B. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1-2), 3-52, 2003.
- [32] Minasny, B., McBratney, A.B. The efficiency of various approaches to obtaining estimates of soil hydraulic properties. *Geoderma*, 107(1-2), 55-70, 2002.
- [33] Mondal, P., Basu, M. Adoption of precision agriculture technologies in India and in some developing countries: Scope, present status and strategies. *Progress in Natural Science*, 19(6), 659-666, 2009.
- [34] Muendel, H.H., Goals for 1989-1991 and progress of the Barani Agricultural Research and Development Project (BARD) in Pakistan, pertaining to Brassica. In: *Oil crops: Brassica Subnetwork; proceedings of the Third Workshop, Quality Training, and Chinese Project Reports, held in Shanghai, People's Republic of China, 21-24 Apr. 1990*. IDRC, Ottawa, ON, CA. 1993.
- [35] Mulder, V.L., De Bruin, S., Schaepman, M.E., Mayr, T.R. The use of remote sensing in soil and terrain mapping—A review. *Geoderma*, 162(1-2), 1-19, 2011.

- [36] Paixão, M.S.G., Prado, R.L., Diogo, L.A. Análise do emprego do GPR para estimar o teor de umidade do solo a partir de um estudo na cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Geofísica*, 24, 189-198, 2006.
- [37] Pierce, F.J., Nowak, P. Aspects of precision agriculture. *Advances in agronomy*, 67, 1-85, 1999.
- [38] Plant, R.E. Site-specific management: the application of information technology to crop production. *Computers and electronics in agriculture*, 30(1-3), 9-29, 2001.
- [39] Rashid, A. Internal P requirement of crops and use of universal soil test for evaluating P fertility of Pakistani soils. In: *Ahmad, N. M. I. Saleemi and IT Twyford (eds.) Proc. of symposium on the role of phosphorus in crop production. National fertilizer Development Centre, Islamabad, Pakistan*, 147-173, 1992.
- [40] Rashid, A., Hussain, F., Khan, M.I. Calibration of NaHCO₃, NH₄HCO₃-DPTA and Mehlich 3 tests for phosphorus fertilization of rain-fed wheat in Pakistan. In: *Ryan, J. and A. Matar(eds.). Proc. of Fourth Regional Workshop on Agriculture in West Asia and North Africa, 5 10 May, 1991 Agadir, Morocco*, 183-192, 1992.
- [41] Rashid, A., Ryan, J., Chaudhry, M.A. Challenges and strategies for dryland agriculture in Pakistan. *Challenges and strategies of dryland agriculture*, 32, 359-371, 2004. doi: 10-2135/cssaspecpub32-c22.
- [42] Rossel, R.V., Adamchuk, V.I., Sudduth, K.A., McKenzie, N.J., Lobsey, C. Proximal soil sensing: An effective approach for soil measurements in space and time. *Advances in agronomy*, 113, 243-291, 2011.
- [43] Shah, A.H., Gill, K.H., Syed, N.I. Sustainable salinity management for combating desertification in Pakistan. *International Journal of Water Resources and Arid Environments*, 1(5), 312-317, 2011.
- [44] Shibusawa, S. Precision farming and terramechanics. In: *Proc. Of the 5 th Asia-Pacific Regional Conf. ISTVS, Seoul Korea*, 251-261, 1998.
- [45] Stafford, J.V. Implementing precision agriculture in the 21st century. *Journal of agricultural engineering research*, 76(3), 267-275, 2000.
- [46] Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Sadler, E.J., Drummond, S.T., Myers, D.B. VNIR spectroscopy estimates of within-field variability in soil properties. *Proximal soil sensing*, 153-163, 2010.
- [47] Swinton, S.M., Lowenberg-Deboer, J. Global adoption of precision agriculture technologies: Who, when and why. In: *Proceedings of the 3rd European conference on precision agriculture*, 2, 557-562, 2001.
- [48] Tiwari, A., Jaga, P.K. Precision farming in India—A review. *Outlook on Agriculture*, 41(2), 139-143, 2012.
- [49] USAID, (2009). *Pakistan's Food and Agricultural Systems*, United States Agency for International Development. Nathan Associates Inc.
- [50] Venkataratnam, L. (2002). Remote sensing and GIS in agricultural resources management. In: *Proc. First Natl. Conf. on Agro- Informatics (NCAI), INSAIT, Dharwad*, 20-29.
- [51] Whelan, B.M. (2007). Current status and future directions of PA in Australia. In: *Proc. second Asian Conf. on Precision Agriculture, Pyeongtaek, Korea*, 60-71.
- [52] Zhang, N., Wang, M., Wang, N. Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and electronics in agriculture*, 36(2-3), 113-132, 2002.
- [53] Zia, M.S., Aslam, M., Nizami, M.I., Ali, A., Saeed, Z. Rain-fed agriculture: Problems and their management. *Pakistan Journal of Soil Sciences*, 11, 164-171, 1996.
- [54] Zia, M.S., Rashid, A. Soil management for sustainable agriculture. *Progressive Farming (Pakistan)*, 15(5), 50-60, 1995.

STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF DRILL MACHINE SPINDLE BASED ON ANSYS FOR TAPPING OPERATION

Muhammed DEMİREL ¹, Dr. Öğr. Üyesi Emir ESİM ²

¹Erciyes University, Faculty of Engineering, demrlmuhammed@gmail.com
ORCID ID 0000-0003-0629-0654

²Erciyes University, Faculty of Engineering, emiresim@erciyes.edu.tr
ORCID ID 0000-0003-0801-9155

(This study was produced from the Master's thesis of the author listed in the first place.
ORCID ID: 0000-0003-0629-0654)

ÖZET

İşleme sırasında kesici takım, mil ve takım tutucu birlikte hareket eder. Bunların her biri sistem üzerinde statik ve dinamik etkilere sahiptir. Aynı zamanda, çalışma sırasında milin uzaması nedeniyle sistemin yapısı değişir. Bu yapısal değişimin sistemin mukavemet ve titreşim karakteristikleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, tüm mil bileşenleri üç farklı konuma (50 mm, 100 mm ve 150 mm) göre dikkate alınarak bir modelleme yapılmıştır. Bununla birlikte, makine tasarımında hangi mil malzemesinin daha etkili olduğunu belirlemek için dört farklı malzeme (20MnCr5, 4340, 8620 ve Ck45) seçilmiştir. Ayrıca, bu analiz işlemi sırasında, makinenin diş açma işlemi yaptığı ve takım olarak M10 HSS kılavuz takımının kullanıldığı varsayılmıştır. Bu koşullar altında, sistemin statik ve dinamik analizleri sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirtilen tüm analizler ANSYS Workbench ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar grafik ve tablolar halinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Diş açma, Matkap, Statik analiz, Dinamik analiz, Transient analiz, Harmonik cevabı.

ABSTRACT

During machining, the cutting tool, spindle and tool holder all move together. Each of these has static and dynamic effects on the system. At the same time, the structure of the system changes due to the elongation of the spindle during operation. In order to examine the effect of this structural change on the strength and vibration characteristics of the system, a model was made considering all spindle components according to three different positions (50 mm, 100 mm and 150 mm). With this, four different materials (20MnCr5, 4340, 8620 and Ck45) were chosen in order to determine which spindle material was more effective in the machine design. Additionally, during this analysis process, it was assumed that the machine was performing a threading operation and M10 HSS tap set was used as a tool. Under these conditions, the static and dynamic analyzes of the system were performed using the finite element method. All the specified analyzes were performed with ANSYS Workbench and the obtained results were presented in the form of graphics and tables.

Keywords: Tapping, Drill, Static analysis, Modal analysis, Transient analysis, Harmonic response.



1. INTRODUCTION

Tapping is the operation of machining a thread inside a bore. The corresponding shape of a threaded rod or screw is called a tapped hole. In technical terms, a screw thread is a smooth hole that has a thread formed in it. For example, a nut has a threaded hole. And tapping is one of the most widely used machining manufacturing methods

S. Yıldırım and E. Esim [1] have carried out a free vibration analysis of multi-carriage crane systems with the finite element method to compare the analyzes with one or more carriage with a modal analysis in addition. A. Anand and H. Roy [2] in the document indicates the comparison of the static and dynamic analysis of lathe spindle using Ansys with several different positions of the bearings by completing with the harmonic response. A. U. Patwari, W. F. Faris, A. K. M. Nurul Amin and S. K. Loh [3] In this paper, a finite element model is used to dynamic modal analysis of vertical machining centre components for analyze the mode frequencies and shapes of different machining components and thus compare the results with the experimental results. Z. Wu, C. Xu, J. Zhang, D. Yu and P. Feng [4] are based on the modal analysis in experiment and FEA, a reproach of harmonic response is provided to evaluate the performance of machine tools. S. Pedrammehr, H. Farrokhi, A. K. S. Rajab, S. Pakzad, M. Mahboubkhah, M. M. Ettefagh and M. H. Sadeghi [5] have analysed the modal analysis of the milling machine structure based on finite element model. This modal testing's natural frequencies are extracted, and the results are contrasted with those of FEM.

F. Geßner, M. Weigold and E. Abele [6] have presented, a methodology for measuring and modelling of process forces during tapping. J. K. Sharma and S. K. Parashar [8] have studied the experimental modal analysis and finite element modal analysis of milling machine arbor are performed using laser vibrometer and by impact hammer excitation method. B. R. Aravindh Raj And P. Jeyaraman [9] According to the analysis of vibrations in rotating equipment, it was possible to find the most fragile parts of the equipment. S. Yıldırım and E. Esim [10] have done analysis the harmonic response of Double Bridge Crane System on Multi Carriages. In this work was carried out to better understand how the modal characteristics actually affect the vibration. Chi-Wei Lin, Yang-Kuei Lin and Chih-Hsing Chu [11] Dynamic models and design of spindle-bearing systems of machine tools, were established. This article explain the dynamic effect of bearings. T. Kumar, Prof. P. Kumar Sahu and Prof. J. Saini [12] have used FEM to Investigate the Static and Dynamic Nature of the Lathe Spindle (Shaft) under Conventional Machining and this paper provides static and fatigue analysis of shaft. A. Senkus and E. Jotautiene [13] have reviewed an analysis of Fem Numerical Analysis Of Tool Holder Of Turning Lathe. A. S. Delgado, E. Öztürk and N. Sims [14] have analysed of Non-Linear Machine Tool Dynamic Behavior. A. Telang [15] have studied Static Stiffness Analysis Of High Frequency Milling Spindle, allows you to compare the results with different bearings at high rotation speeds. P. A. Devi, G. Laxmaiah and V. J. Reddy [16] have worked static and dynamic analysis and harmonic response of high speed motorized spindle. R. S. Bhatia, Er. N. in the study conducted by N. Singh and Dr. P. K. Sinha [17] an Study And Vibration Analysis Of Multipoint Cutting Tools Of Milling Machine By Fem is realized. A. Bhatkorse and G. U. Raju [18] have established. Modal Analysis and Harmonic Response of Machine Tool Spindle

This analysis's goal is to enable comparison of the outcomes using various materials and column drill axis positions. For this we carried out static and dynamic analyzes and thus obtained the harmonic responses by paying attention to all parameters such as cutting force, rotation speed and torque. The results of this analysis were obtained by Ansys Workbench 2020 R2 software.

2. FINITE ELEMENT MODEL OF DRILL MACHINE SPINDLE

For analysis, we use this model of a column drill and drill shaft represented with pulley, shaft, bearing, mandrel and cutting tool in Figure 1. There is a lot of view to better understand the part used for the analysis of the column drill. For the analyzes we will use several positions of the shaft in relation to the bearings as indicated below.

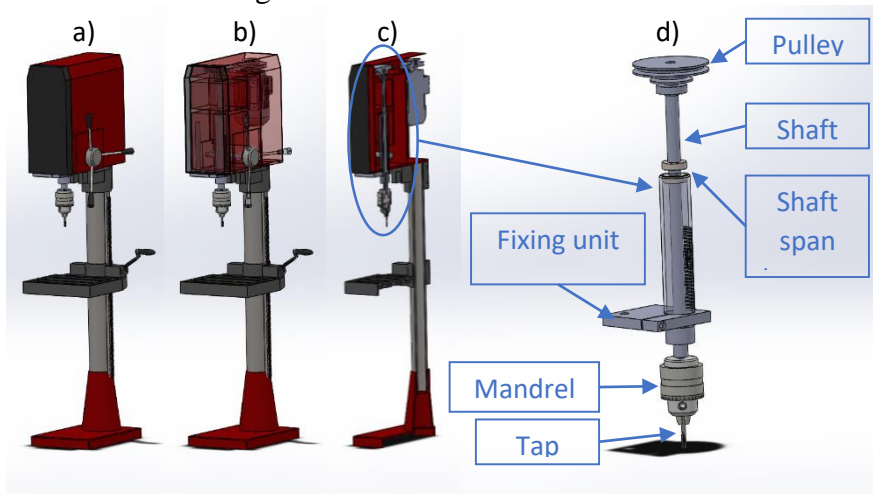


Figure 1. 3D Model of column drill

a) General view, b) Transparent view, c) Section view, d) Shaft view

Using solidworks, the model was established and the model was imported into ANSYS in which static, dynamic, harmonic and transient analysis was carried out. The model is represented in three positions. The distance of shaft span between the bearings are 50mm, 100mm and 150mm. In the Figure 1, the distance is 0mm. And the tap used is M10. Table 1 below lists the characteristics of the various materials utilized to make the shaft. For the fixed part and for the pulley part we use structural steel and the tap is HSS material.

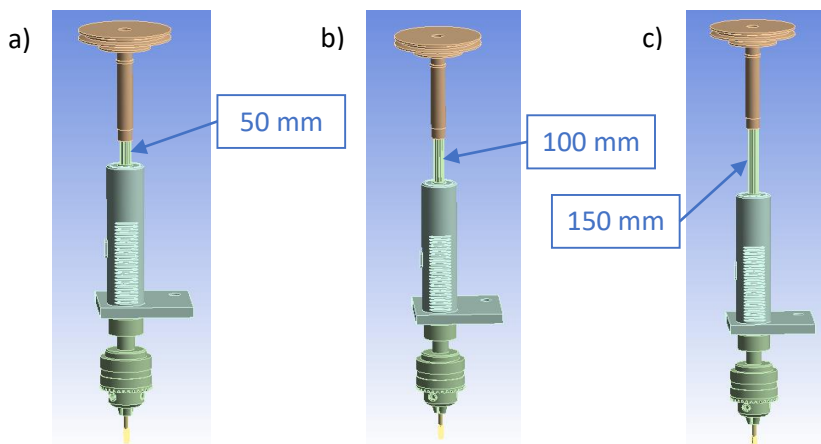


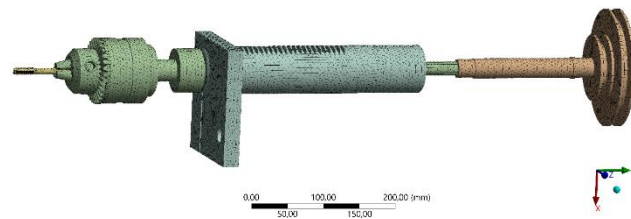
Figure 2. All positions of shaft span

a) 50 mm, b) 100 mm, c) 150 mm

Table 1. Matrials properties

Material Properties	20MnCr5	4340	8620	Ck45	HSS Tool
Young's Modulus (GPa)	210	205	205	205	207
Poisson's Ratio	0,28	0,32	0,29	0,29	0,3
Density (g/cm ³)	7,85	7,87	7,86	7,86	7,88
Ultimate Strength (MPa)	530	655	635	515	960
Yield Strength (Mpa)	385	415	360	485	550

The mesh is manually applied to the four parts which are the pulley, the shaft, the fixed part and the tap. The configuration used is body sizing with a mesh of element size is 5mm for all parts. The number of nodes is 300744 and the number of elements is 186289. The appearance of the finite element model of the spindle is given in Figure 3.


Figure 3. Mesh view on all parts

During the tapping phase, the tap and the shaft undergo several types of force and torque. The effects of these forces cause deformation and stress not visible to the eye. This can go so far as to deform or even break the tool. So static and dynamic analysis is necessary for verification and security.

3. FEM APPROACH FOR STRUCTURAL ANALYSIS

The general techniques that Ansys software use to solve for the intended outcomes are covered in this section. The system to be examined must first be meshed into a finite number of elements, as the name implies, in order to use the finite element approach.

The matrix equation below solves for the displacements $\{x\}$ for a linear static structural analysis:

$$\begin{aligned}
 [K]\{x\} &= \{F\} \\
 \{x\} &= [K]^{-1}\{F\}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

In this case, $[K]$, also known as the global stiffness matrix, is made up of n by n components, where n is the system's total number of degrees of freedom. Conversely, nodal displacement fields are represented by $\{x\}$ and nodal force fields by $\{F\}$, which are column matrices with n

components each. Ansys solves for these displacement and force fields simultaneously when the proper boundary condition has been specified.

These presumptions pertaining to linear static analysis must be kept in mind. Additionally, linear static structural analysis requires Poisson's Ratio and Young's Modulus.

Plotting the model's deformation is possible as below:

$$U_{total} = \sqrt{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2} \quad (2)$$

The following formula can be used to calculate the effective stress along the y axis:

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} \quad (3)$$

The intensity of stress:

$$\sigma = \max(|\sigma_1 - \sigma_2|), (|\sigma_2 - \sigma_3|), (|\sigma_3 - \sigma_1|) \quad (4)$$

Safety coefficient by equivalent constraints:

$$K = \frac{[\sigma]}{\sigma_{eq}} \quad (5)$$

“After dividing the shaft into elements, for the structures on the shaft system that came into contact with one another, contact methods were established. For structural analysis 150N force and 1500Nmm moment were applied to the regions shown. Additionally, Figure 4 shows how the system's boundary conditions appear.

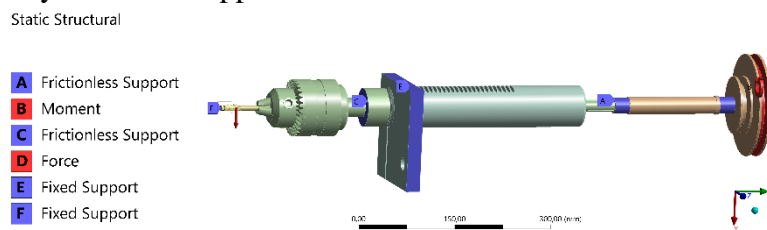


Figure 4. Paramters for static analysis

The analysis was made according to three different shaft lengths and four different materials and the results obtained for 50 mm, 100 mm and 150 mm openings are given respectively in Figures 5, 6 and 7.

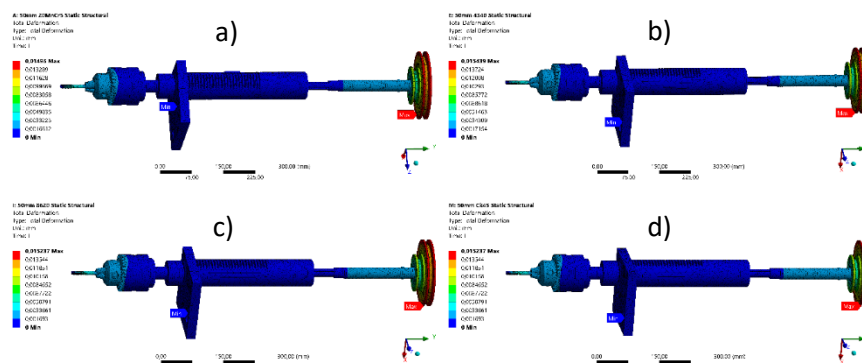


Figure 5. Static analysis for Total Deformation with the shaft span of 50mm
 a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

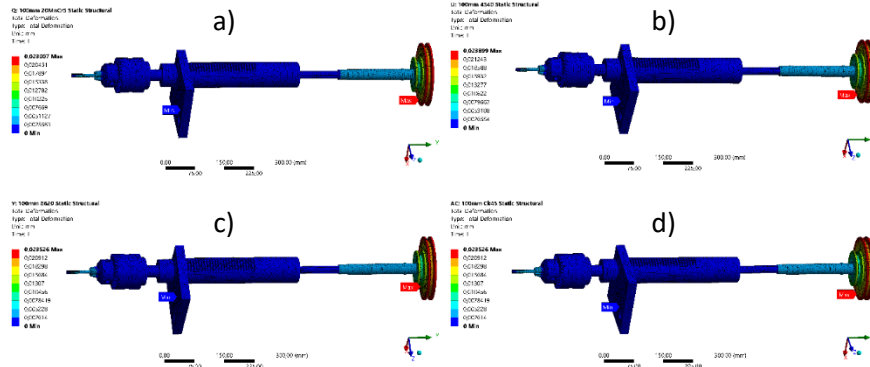


Figure 6. Static analysis for Total Deformation with the shaft span of 100mm
a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

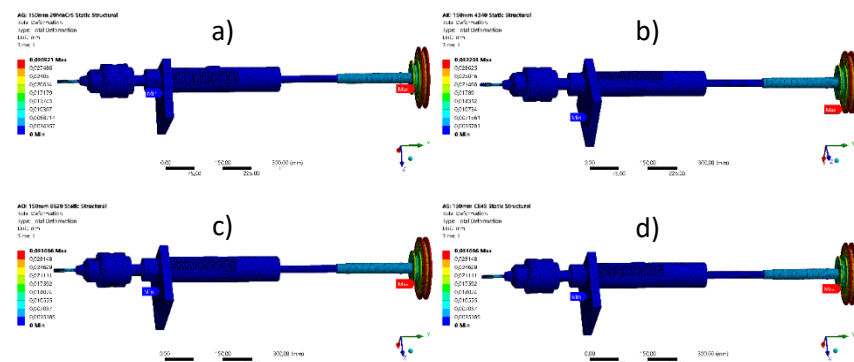


Figure 7. Static analysis for Total Deformation with the shaft span of 150mm
a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

The definition of the safety factor is simple. It is the ratio of the strength of the material to the maximum stress of the part. The safety factor ratio falls below 1, indicating danger, when the tension in a particular position exceeds the material's strength of the material. In essence, it indicates that the stress exceeds the strength in a particular region of the model. The model is safe as long as the safety factor is greater than 1, thus the model's stress is far lower than the material's strength.

The coefficient of the safety factor is the proportion between stress and strength. Here are the safety factor results after analysis for the different materials and shaft spans.

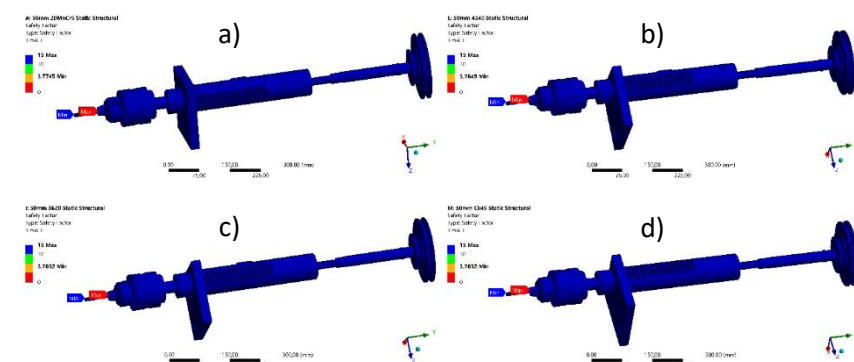


Figure 8. Static analysis for Safety Factor with the shaft span of 50mm
a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

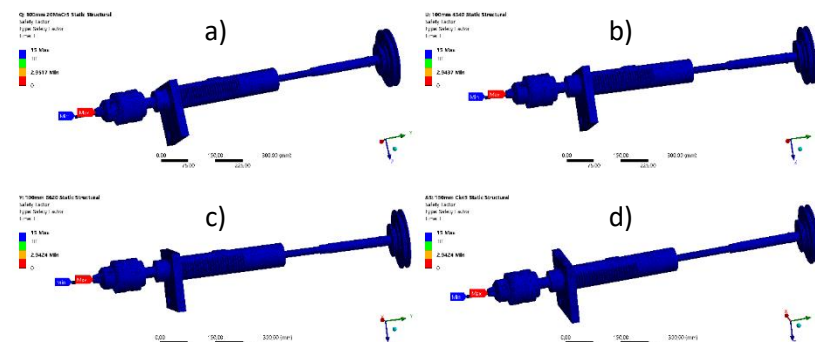


Figure 9. Static analysis for Safety Factor with the shaft span of 100mm
 a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

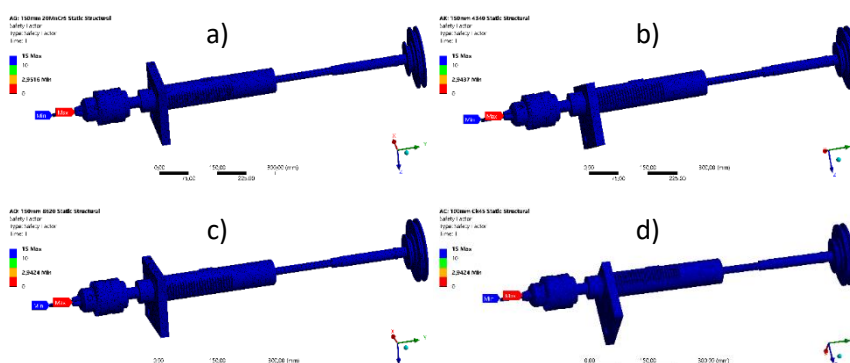


Figure 10. Static analysis for Safety Factor with the shaft span of 150mm
 a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

In order to make a better comparison, the results obtained from the static analysis are given in Table 2. According to the results we can see that the more we extend the distance between the pulley and the shaft, the more the deformation increases. We can also understand that the safety coefficient is highest when the span is smallest. On the other hand, between the opening of 100mm and 150mm the safety coefficient does not change coincidentally

Table 2. Results of static analysis

Shaft span	Materials	Total Deformation	Equivalent Stress	Safety Factor
50 mm	20MnCr5	0,01495	66,234	3,7745
	4340	0,015439	66,403	3,7649
	8620	0,015237	66,433	3,7632
	Ck45	0,015237	66,433	3,7632
100 mm	20MnCr5	0,023007	84,698	2,9517
	4340	0,023899	84,926	2,9437
	8620	0,023526	84,965	2,9424
	Ck45	0,023526	84,965	2,9424
150 mm	20MnCr5	0,030921	84,699	2,9516
	4340	0,032203	84,927	2,9437
	8620	0,031666	84,966	2,9424
	Ck45	0,031666	84,966	2,9424

4. DYNAMIC ANALYSIS

4.1. MODAL ANALYSIS

The study of a structure's intrinsic vibrational characteristics is known as modal analysis. It is possible to express in superposition to the natural vibrations all the complicated vibrations that the structure may experience in response to a stimulation. Therefore, a large portion of a structure's vibrational behavior may be predicted if natural vibrations are known. A natural vibration state is identified by its related damping, frequency, and mode shape. Predicting the intended structure's inherent vibrational properties is a crucial stage in the design process. Therefore, the objective of modal analysis is to identify natural frequencies and behaviors.

Therefore, each step has been applied within the mechanical system. Finite element models applied to Ansys Workbench 2020 R2 software can be used to simulate a structure's vibration modes.

Table 3. Results of modal analysis with the shaft span of 50mm

Materials	50mm	Modes			
		1	2	3	4
20MnCr5	<p>B: 50mm 20MnCr5 Model Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 153.38 Hz Unit: mm 24.185 Max 21.162 18.139 15.116 12.092 9.0694 6.0462 3.0231 0 Min</p>	<p>B: 50mm 20MnCr5 Model Total Deformation.2 Type: Total Deformation Frequency: 473.2 Hz Unit: mm 29.82 Max 23.038 19.747 16.456 13.165 9.874 6.5823 3.2912 0 Min</p>	<p>B: 50mm 20MnCr5 Model Total Deformation.4 Type: Total Deformation Frequency: 623.77 Hz Unit: mm 25.254 Max 22.448 19.651 16.856 14.03 11.223 8.419 5.617 2.812 0 Min</p>	<p>B: 50mm 20MnCr5 Model Total Deformation.6 Type: Total Deformation Frequency: 957.97 Hz Unit: mm 38.411 Max 27.092 23.653 20.214 16.774 13.336 9.897 6.458 3.019 0 Min</p>	
	<p>F: 50mm 4340 Model Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 150.93 Hz Unit: mm 27.208 Max 24.185 21.162 18.139 15.116 12.092 9.0692 6.0462 3.0231 0 Min</p>	<p>F: 50mm 4340 Model Total Deformation.2 Type: Total Deformation Frequency: 471.43 Hz Unit: mm 29.829 Max 23.045 19.753 16.461 13.168 9.876 6.5823 3.2912 0 Min</p>	<p>F: 50mm 4340 Model Total Deformation.4 Type: Total Deformation Frequency: 600.9 Hz Unit: mm 25.253 Max 22.447 19.651 16.854 14.039 11.223 8.4176 5.6177 2.812 0 Min</p>	<p>F: 50mm 4340 Model Total Deformation.6 Type: Total Deformation Frequency: 953.9 Hz Unit: mm 38.932 Max 27.193 23.754 20.315 16.876 13.437 9.997 6.558 3.119 0 Min</p>	
	<p>J: 50mm 8620 Model Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 151.93 Hz Unit: mm 27.208 Max 24.185 21.162 18.139 15.116 12.092 9.0694 6.0462 3.0231 0 Min</p>	<p>J: 50mm 8620 Model Total Deformation.2 Type: Total Deformation Frequency: 470.38 Hz Unit: mm 29.838 Max 23.052 19.759 16.466 13.172 9.881 6.5823 3.2931 0 Min</p>	<p>J: 50mm 8620 Model Total Deformation.4 Type: Total Deformation Frequency: 610.37 Hz Unit: mm 25.252 Max 22.446 19.651 16.854 14.029 11.223 8.4172 5.6175 2.812 0 Min</p>	<p>J: 50mm 8620 Model Total Deformation.6 Type: Total Deformation Frequency: 951.24 Hz Unit: mm 38.958 Max 27.163 23.768 20.372 16.933 13.491 10.186 6.7907 3.3564 0 Min</p>	
	<p>N: 50mm Ck45 Model Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 151.93 Hz Unit: mm 27.208 Max 24.185 21.162 18.139 15.116 12.092 9.0694 6.0462 3.0231 0 Min</p>	<p>N: 50mm Ck45 Model Total Deformation.2 Type: Total Deformation Frequency: 470.38 Hz Unit: mm 29.838 Max 23.052 19.759 16.466 13.172 9.881 6.5823 3.2931 0 Min</p>	<p>N: 50mm Ck45 Model Total Deformation.4 Type: Total Deformation Frequency: 610.37 Hz Unit: mm 25.252 Max 22.446 19.651 16.854 14.029 11.223 8.4172 5.6175 2.812 0 Min</p>	<p>N: 50mm Ck45 Model Total Deformation.6 Type: Total Deformation Frequency: 951.24 Hz Unit: mm 38.958 Max 27.163 23.768 20.372 16.933 13.491 10.186 6.7907 3.3564 0 Min</p>	

The quality of the workpiece is significantly influenced by the machine tool's dynamic performance. It is highly helpful to determine the dynamic analysis performance of machine tools under the effect of actual dynamic loads. This helps determine the machine tool's characteristics during the design process. To ascertain the dynamic features, modal analysis, harmonic response, and transient response analysis are employed.

Table 4. Results of modal analysis with the shaft span of 100mm

100mm		Modes			
		1	2	3	4
Materials	20MnCr5	 R: 100mm 20MnCr5 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 123.62 Hz Unit: mm 27,288 Max 24,18 21,158 18,135 15,112 12,089 9,0674 6,0449 3,0225 0 Min	 R: 100mm 20MnCr5 Modal Total Deformation 2 Type: Total Deformation Frequency: 473.3 Hz Unit: mm 29,613 Max 23,093 19,742 16,492 13,241 10,091 6,8407 3,5904 0 Min	 R: 100mm 20MnCr5 Modal Total Deformation 4 Type: Total Deformation Frequency: 614.8 Hz Unit: mm 25,669 Max 22,817 19,965 17,113 14,261 11,409 8,5564 5,7043 2,8521 0 Min	 R: 100mm 20MnCr5 Modal Total Deformation 6 Type: Total Deformation Frequency: 822.79 Hz Unit: mm 22,248 Max 19,645 16,888 14,131 11,376 8,621 5,8664 3,1112 0 Min
	4340	 V: 100mm 4340 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 121.29 Hz Unit: mm 27,202 Max 24,173 21,157 18,134 15,111 12,088 9,0672 6,0448 3,0224 0 Min	 V: 100mm 4340 Modal Total Deformation 2 Type: Total Deformation Frequency: 471.9 Hz Unit: mm 29,609 Max 23,094 19,752 16,466 13,188 10,091 6,8404 3,5902 0 Min	 V: 100mm 4340 Modal Total Deformation 4 Type: Total Deformation Frequency: 611.67 Hz Unit: mm 25,675 Max 22,822 19,970 17,117 14,264 11,411 8,5583 5,7056 2,8524 0 Min	 V: 100mm 4340 Modal Total Deformation 6 Type: Total Deformation Frequency: 800.54 Hz Unit: mm 22,255 Max 19,643 16,837 14,080 11,324 8,4183 5,6122 2,8001 0 Min
	8620	 Z: 100mm 8620 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 122.25 Hz Unit: mm 27,202 Max 24,18 21,157 18,135 15,112 12,089 9,0674 6,0449 3,0225 0 Min	 Z: 100mm 8620 Modal Total Deformation 2 Type: Total Deformation Frequency: 470.6 Hz Unit: mm 29,617 Max 23,094 19,758 16,465 13,172 10,089 6,838 3,589 0 Min	 Z: 100mm 8620 Modal Total Deformation 4 Type: Total Deformation Frequency: 610.96 Hz Unit: mm 25,672 Max 22,82 19,967 17,115 14,262 11,411 8,5575 5,705 2,8515 0 Min	 Z: 100mm 8620 Modal Total Deformation 6 Type: Total Deformation Frequency: 810.38 Hz Unit: mm 22,249 Max 19,642 16,836 14,078 11,324 8,4182 5,6121 2,8001 0 Min
	Ck45	 AD: 100mm Ck45 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 122.25 Hz Unit: mm 27,202 Max 24,18 21,157 18,135 15,112 12,089 9,0674 6,0449 3,0225 0 Min	 AD: 100mm Ck45 Modal Total Deformation 2 Type: Total Deformation Frequency: 470.6 Hz Unit: mm 29,617 Max 23,094 19,758 16,465 13,172 10,089 6,838 3,589 0 Min	 AD: 100mm Ck45 Modal Total Deformation 4 Type: Total Deformation Frequency: 610.96 Hz Unit: mm 25,672 Max 22,82 19,967 17,115 14,262 11,411 8,5575 5,705 2,8515 0 Min	 AD: 100mm Ck45 Modal Total Deformation 6 Type: Total Deformation Frequency: 810.38 Hz Unit: mm 22,249 Max 19,642 16,836 14,078 11,324 8,4182 5,6121 2,8001 0 Min

Utilizing dynamic analyses, one can ascertain a structure's properties while taking into account the system's damping and stiffness under various loads. Here, the system's dynamic characteristics can be generally explained using the node model dynamic equations, which split the system up into its component parts. The system is split up into numerous pieces and takes on multiple degrees of freedom because of the linear relationship that exists between the elements and the node model [1].

Boundary conditions in the shaft system for modal analysis are given in Figure 11.

Modal

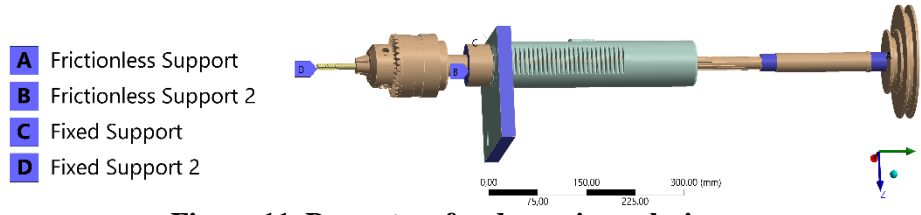


Figure 11. Paramters for dynamic analysis

The modal analysis of the shaft is performed. The six modes shapes for all materials are shown below and the frequencies corresponding to the all 6 modes are mentioned in tables. The first position which is 50 mm in the Table 3, 100 mm in the Table 4 and 150 mm in the Table 5 apart.

Table 5. Results of modal analysis with the shaft span of 150mm

Materials	150 mm	Modes			
		1	2	3	4
20MnCr5	 AH: 150mm 20MnCr5 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 106.61 Hz Unit: mm 27.2 Max 24.178 21.156 18.133 15.111 12.089 9.067 6.045 3.022 0 Min	 AH: 150mm 20MnCr5 Modal Total Deformation.2 Type: Total Deformation.2 Frequency: 472.74 Hz Unit: mm 29.028 Max 26.007 22.977 19.952 16.927 13.901 10.876 7.851 4.826 1.801 0 Min	 AH: 150mm 20MnCr5 Modal Total Deformation.4 Type: Total Deformation.4 Frequency: 485.92 Hz Unit: mm 26.007 Max 23.117 20.227 17.338 14.448 11.559 8.669 5.779 2.889 -0.001 0 Min	 AH: 150mm 20MnCr5 Modal Total Deformation.6 Type: Total Deformation.6 Frequency: 582.79 Hz Unit: mm 25.258 Max 22.461 19.645 16.830 14.014 11.206 8.4192 5.6128 2.8064 0 Min	
	 AL: 150mm 4340 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 104.48 Hz Unit: mm 27.199 Max 24.177 21.155 18.133 15.111 12.089 9.0664 6.0443 3.0221 0 Min	 AL: 150mm 4340 Modal Total Deformation.2 Type: Total Deformation.2 Frequency: 473.24 Hz Unit: mm 29.055 Max 26.034 23.013 19.977 16.934 13.891 10.849 7.809 4.769 1.729 0 Min	 AL: 150mm 4340 Modal Total Deformation.4 Type: Total Deformation.4 Frequency: 484.1 Hz Unit: mm 25.984 Max 23.097 20.166 17.233 14.306 11.369 8.433 5.493 2.553 -0.001 0 Min	 AL: 150mm 4340 Modal Total Deformation.6 Type: Total Deformation.6 Frequency: 580.54 Hz Unit: mm 25.255 Max 22.449 19.643 16.837 14.030 11.224 8.4183 5.6122 2.8061 0 Min	
	 AP: 150mm 8620 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 105.35 Hz Unit: mm 27.2 Max 24.177 21.155 18.133 15.111 12.089 9.0665 6.0443 3.0222 0 Min	 AP: 150mm 8620 Modal Total Deformation.2 Type: Total Deformation.2 Frequency: 473.19 Hz Unit: mm 29.049 Max 26.033 23.012 19.962 16.914 13.851 10.809 7.769 4.729 1.689 0 Min	 AP: 150mm 8620 Modal Total Deformation.4 Type: Total Deformation.4 Frequency: 483.57 Hz Unit: mm 26.019 Max 23.126 20.195 17.261 14.326 11.389 8.452 5.512 2.572 -0.001 0 Min	 AP: 150mm 8620 Modal Total Deformation.6 Type: Total Deformation.6 Frequency: 581.38 Hz Unit: mm 25.255 Max 22.449 19.642 16.836 14.024 11.224 8.4182 5.6121 2.8061 0 Min	
	 AT: 150mm Ck45 Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 105.35 Hz Unit: mm 27.2 Max 24.177 21.155 18.133 15.111 12.089 9.0665 6.0443 3.0222 0 Min	 AT: 150mm Ck45 Modal Total Deformation.2 Type: Total Deformation.2 Frequency: 473.19 Hz Unit: mm 29.043 Max 26.032 23.011 19.960 16.913 13.850 10.808 7.768 4.728 1.688 0 Min	 AT: 150mm Ck45 Modal Total Deformation.4 Type: Total Deformation.4 Frequency: 483.57 Hz Unit: mm 26.019 Max 23.128 20.197 17.246 14.355 11.364 8.4279 5.5119 2.581 -0.001 0 Min	 AT: 150mm Ck45 Modal Total Deformation.6 Type: Total Deformation.6 Frequency: 581.38 Hz Unit: mm 25.255 Max 22.449 19.642 16.836 14.024 11.224 8.4182 5.6121 2.8061 0 Min	

Following the completion of the modal analysis, Table 6 displays the natural frequency values based on the various materials and shaft locations.

Table 6. All results of modal analysis

			Materials			
			20MnCr5	4340	8620	Ck45
Modes	50 mm	1	153,38	150,93	151,93	151,93
		2	473,22	471,43	470,36	470,36
		3	473,74	472,24	471,16	471,16
		4	922,77	900,53	910,37	910,37
		5	935,24	930,68	929,02	929,02
		6	957,97	953,09	951,24	951,24
	100 mm	1	123,62	121,29	122,25	122,25
		2	473,2	471,43	470,36	470,36
		3	473,7	472,19	471,11	471,11
		4	614,8	611,87	610,96	610,96
		5	623,57	620,74	619,92	619,92
		6	922,79	900,54	910,38	910,38
	150 mm	1	106,61	104,46	105,35	105,35
		2	472,74	471,25	470,19	470,19
		3	473,57	471,76	470,69	470,69
		4	485,93	484	483,57	483,57
		5	505,33	503,53	503,18	503,18
		6	922,79	900,54	910,38	910,38

As can be seen in the table, the natural frequency values do not change much depending on the material and the position of the axis. We can see that the change in position does not result in a change in weight but just a slight change in the center of gravity which does not really impact the results. We can see that there are two important thresholds on the natural frequencies which are around 470 - 500 Hz and 900 - 950 Hz.

4.2. TRANSIENT ANALYSIS

Transient analysis involves the study of the time-dependent behavior of physical systems or structures. It allows us to analyze how a system responds to dynamic loading conditions such as shock, vibration or sudden changes in operating conditions. By simulating these transient events, we can evaluate the performance, durability and safety of their designs.

Transient

- A** Force: 150, N
- B** Frictionless Support
- C** Frictionless Support 2
- D** Rotational Velocity: 20,944 rad/s
- E** Fixed Support
- F** Fixed Support 2

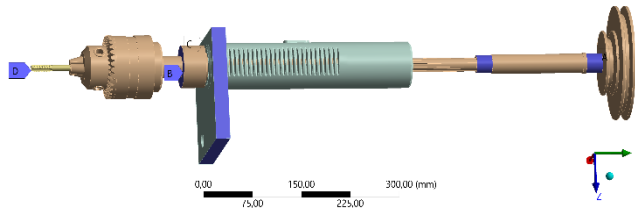


Figure 12. Parameters for transient analysis

We can see the different total deformation for each material in the different positions in the figures below. In first we will show the result for a position of the shaft at 50 mm. Secondly we will analyze for shaft position for a shaft position at 150mm.

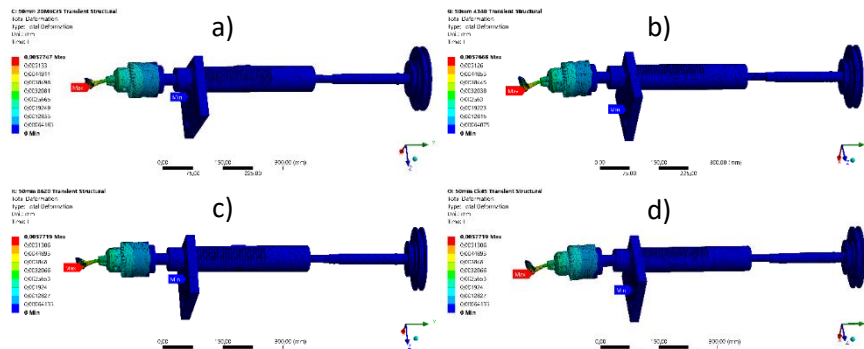


Figure 13. Transient analysis for Total Deformation with the shaft span of 50mm
 a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

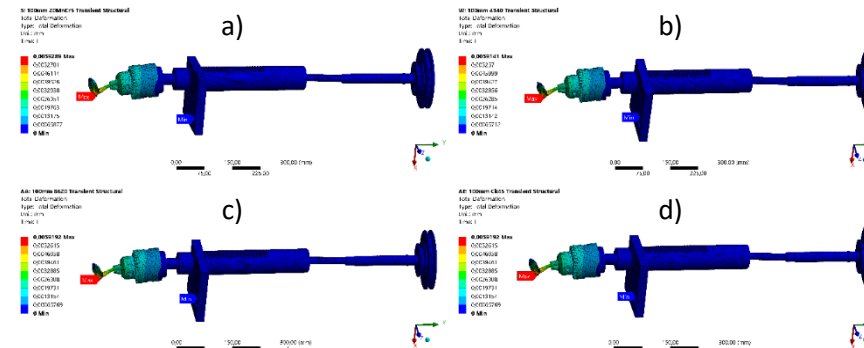


Figure 14. Transient analysis for Total Deformation with the shaft span of 100mm
 a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

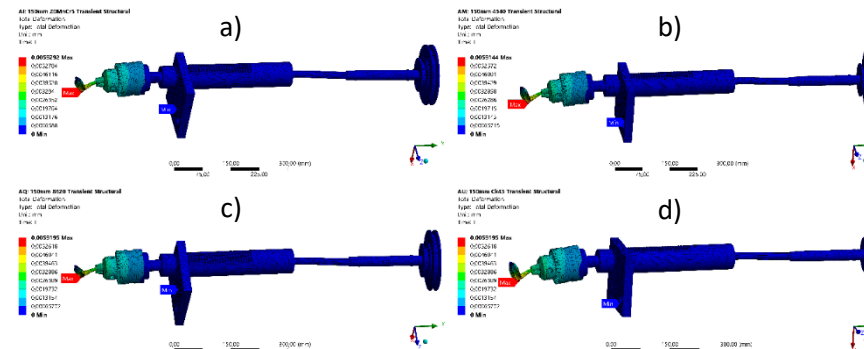


Figure 15. Transient analysis for Total Deformation with the shaft span of 150mm
 a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

We will compare the results of the transient analysis more easily by comparing the results obtained which are summarized in Table 7.

Table 7. All results of transient analysis

	Shaft spans	Materials			
		20MnCr5	4340	8620	Ck45
Total Deformation	50 mm	0,0057747	0,0057668	0,0057719	0,005772
	100 mm	0,0059289	0,0059141	0,0059192	0,005919
	150 mm	0,0059292	0,0059144	0,0059195	0,00592
Equivalent Stress	50 mm	59,614	59,487	59,506	59,506
	100 mm	77,866	77,725	77,755	77,755
	150 mm	77,87	77,729	77,759	77,759

We can see that the maximum deformation for all the configurations are approximately equivalent. The total deformation is approximately 5.7 to 5.9 micrometers. This value is so small that it may be negligible and good for working conditions.

4.3.HARMONIC RESPONSE

A harmonic response is the way the system reacts to a frequency when a dynamic load is present in a sinusoidal drive. This is referred to as a type of forced vibration that enables the impact on the structure to be determined. Harmonic analysis is a crucial aspect of engineering design and analysis, helping to understand and predict the behavior of structures and systems subjected to various loads and vibrations. And is used to simulate the behavior of the structure under repeated dynamic loading in a sinusoidal manner. One can also simulate to obtain natural frequencies and resonance, as well as how harmonic loads affect the system. This type of load occurs in many structures that you may encounter on a daily basis. A special technique will be used to efficiently resolve such harmonic loading. Correct interpretation of harmonic response results is therefore essential.

It is important to verify our design at critical frequencies by taking the critical speed frequency range. At resonance, the system reaches maximum amplitude and causes a vibrational disturbance in the system.

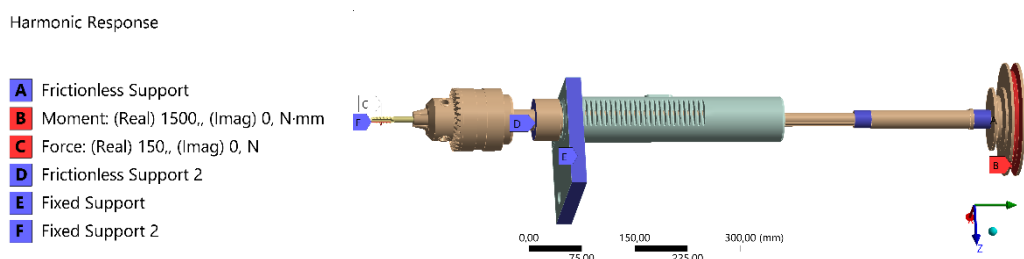


Figure 16. Parameters for harmonic response

Dynamic analyses are used to characterize a structure under various loads while taking the stiffness and damping of the system into account. As a general method, dynamic equations involving the division of the system into elements can be solved using the system of bringing about a solution to characterize the dynamic characterization of the system. Due of the numerous elements involved, assuming a linear link between the elements and the node model, the system is transformed into a multi-degree-of-freedom structure in this instance [4].

When the input force and the structural transfer functions are known, the response $x(s)$ may be computed. Dynamic analysis provides the excitation (force) that changes over time in accordance with a kind of law. Additionally, Finite Element Analysis is utilized to compute the machine tool's response using an approximate numerical method.

For this we will study the system from 0 to 1200Hz with a range of 10Hz. And it is possible to see the amplitude peaks on the graphs below. In all graphs the shaft spacing is represented in several colors such as 50mm in blue, 100mm in red and 150mm in green for shaft spans.

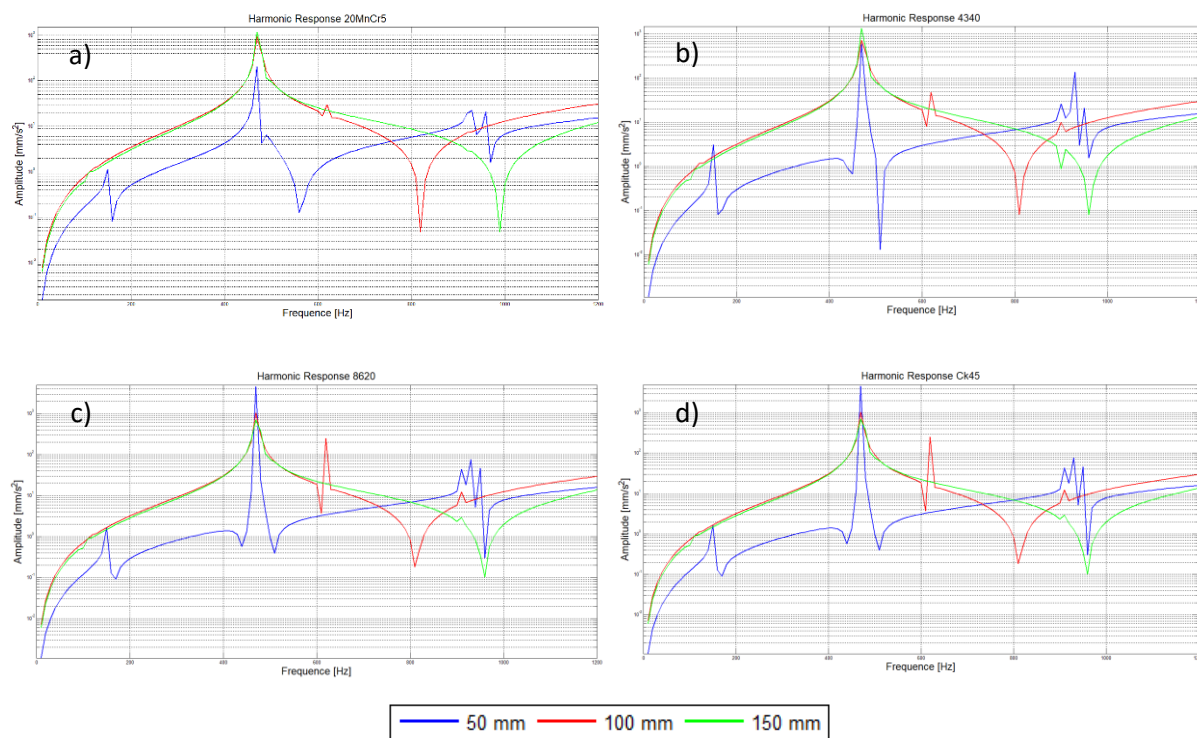


Figure 17. Harmonic response results for a) 20MnCr5 material, b) 4340 material, c) 8620 material, d) Ck45 material

According to the Figure 17 we can see that the critical frequencies for maximum amplitude response for all materials and all positions of the shaft in 460 Hz. And the minimal amplitude for all materials is identical for each position at shaft. For position of the shaft at 50 mm the frequency is 460 Hz to 500 Hz. For 100 mm shaft position the critical frequency is equal at 810 Hz for all. And the position of the shaft is 150 mm, the critical frequencies is 930 Hz at 970 Hz.



5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

This analysis was completely carried out on Ansys Workbench 2020 R2. An analysis on a drill shaft was carried out in order to understand the influence of materials and the position of the shaft. The purpose of the model was to examine vibration properties. First the static analysis was carried out to note the total deformation and the safety coefficient. It can be seen from the results that the static analysis is within a safe range. Then with the finite element model the modal analysis was done. It can be concluded that the type of equipment and the position of the shaft has no effect on natural frequencies. According to the modal analysis the critical frequencies are 580 Hz and 920 Hz. To continue the transient analysis was carried out and we can see that the total deviations for all situations are in the order of 5.7 and 5.9 micrometers. And finally the harmonic response was carried out. On the graphs we also see that the peaks are on the same ranges as the frequencies of the modal analysis. The designers utilize the ANSYS work bench as a tool, which lowers costs, speeds up design and development, and improves product quality.

6. REFERENCES

- [1] S. Yıldırım and E. Esim, “Free Vibration Analysis of Multi-Carriages Crane Systems with Finite Element Method”, ICHAS 5th International conference on engineering and nature science, 12-16 juin 2019.
- [2] A. Anand and H. Roy, “Static and Dynamic Analysis of Lathe Spindle using ANSYS”, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 13, Number 9 (2018) pp. 6994-7000.
- [3] A. U. Patwari, W. F. Faris, A. K. M. Nurul Amin and S. K. Loh, “Dynamic Modal Analysis of Vertical Machining Centre Components”, Hindawi Publishing Corporation Advances in Acoustics and Vibration Volume 2009, Article ID 508076
- [4] Z. Wu, C. Xu, J. Zhang, D. Yu and P. Feng, “Modal and Harmonic Response Analysis and Evaluation of Machine Tools”, 2010 International Conference on Digital Manufacturing & Automation.
- [5] S. Pedrammehr, H. Farrokhi, A. K. S. Rajab, S. Pakzad, M. Mahboubkhah, M. M. Ettfagh and M. H. Sadeghi, “Modal Analysis of the Milling Machine Structure through FEM and Experimental Test, Advanced Materials Research Vols. 383-390 (2012) pp 6717-6721.
- [6] F. Geßner, M. Weigold and E. Abele, Measuring and modelling of process forces during tapping using single tooth analogy process, Production Engineering (2021) 15:97–107.
- [7] T. Demirel, Kılavuzla Vida Açmada Kesme Parametrelerine Bağlı Kesici Takımlarda Oluşan Gerilmelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Aralık 2019.



- [8] J. K. Sharma and S. K. Parashar, “Experimental modal analysis using laser vibrometer and finite element modeling of milling machine arbor, Springer Nature Switzerland AG 2019.
- [9] B. R. Aravindh Raj And P. Jeyaraman, “Analysis of Vibration in Rotary Equipment”, International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development Vol. 8, Issue 4, Aug 2018, 99-108.
- [10] S. Yıldırım and E. Esim, “Harmonic Response Analysis of Double Bridge Crane System on Multi Carriages”, Iccens 5th international conference on engineering and naturel science, 12-16 juin 2019.
- [11] Chi-Wei Lin, Yang-Kuei Lin and Chih-Hsing Chu, “Dynamic models and design of spindle-bearing systems of machine tools: A review”, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 14, No. 3, pp. 513-521, March 2013.
- [12] T. Kumar, Prof. P. Kumar Sahu and Prof. J. Saini, “Use FEM to Investigate the Static and Dynamic Nature of the Lathe Spindle (Shaft) under Conventional Machining” International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Vol. 08, Issue 04, April 2021.
- [13] A. Senkus and E. Jotautiene, “Fem Numerical Analysis Of Tool Holder Of Turning Lathe” Engineering for rural development, Jelgava, May 2016.
- [14] A. S. Delgado, E. Öztürk and N. Sims, “Analysis of Non-Linear Machine Tool Dynamic Behavior”, The Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC 2013.
- [15] A. Telang, “Static Stiffness Analysis Of High Frequency Milling Spindle”, IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol. 03, Special Issue 03, May 2014.
- [16] P. A. Devi, G. Laxmaiah and V. J. Reddy, “Static And Dynamic Analysis Of High Speed Motorized Spindle”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Vol. 09, Issue 05, May 2022.
- [17] R. S. Bhatia, Er. N. N. Singh and Dr. P. K. Sinha, “Study And Vibration Analysis Of Multipoint Cutting Tools Of Milling Machine By Fem And Ansys Benchwork 14.0”, International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology, June 2018.
- [18] A. Bhatkorse and G. U. Raju, “Modal Analysis and Harmonic Response of Machine Tool Spindle”, AIP Conference Proceedings 2421, January 2022.





GENÇLERDE POSTÜR DEĞERLENDİRMESİNDE MOBİL UYGULAMA KULLANIMI: TOPLUM TEMELLİ ÇALIŞMA TAVSİYESİ

MOBILE APPLICATION USE IN POSTURE ASSESSMENT IN YOUNG PEOPLE: A COMMUNITY-BASED STUDY RECOMMENDATION

Çağlayan Pınar Öztürk¹, Neriman Temel Aksu²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, ISHMYO, Terapi Ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta,
Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi, SBF, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Antalya, Türkiye

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı postür taramalarında kullanılabilen mobil bir uygulamanın üniversite öğrencileri örnekleminde kullanımına yönelik pilot bir çalışma gerçekleştirmektir.

Yöntem: Çalışmada sosyodemografik veri formu ve Posture Screen Mobil Uygulaması kullanılmıştır. Katılımcıların öncen çekilen fotoğrafı üzerinden frontal düzlemde vücudun toplam yer değiştirme miktarı (frontal şift, cm) ve açılanması (frontal tilt, derece), yandan çekilen fotoğraf üzerinden sagittal düzlemde vücudun toplam yer değiştirme miktarı (sagittal şift, cm) ve açılanması (sagittal tilt, derece), cihaz tarafından değerlendirilen gerçek baş ağırlığı (kg) ve postürel sapma nedeni ile kişinin hissetmesi beklenen muhtemel baş ağırlığı kullanılmıştır.

Bulgular: Çalışmaya yaş ortalaması 20,30 (2,73) ve VKİ ortalaması 22,47(4,82) olan toplam 63 üniversite öğrencisi (47 kadın, 16 erkek) katılmıştır. Katılımcıların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişkili bulunan parametrelerine bakıldığında; ideal postüre göre frontal düzlemde sapma değerleri olan şift ve tilt miktarları ($p=0,000$ $r:0,502$), sagittal düzlemde sapma değerleri olan şift ve tilt miktarları ($p=0,000$ $r:0,529$) kendi içinde ilişkilidir. Ayrıca katılımcıların sagittal düzlemdeki sapmaları olan sagittal şift ve sagittal tilt miktarları ile gerçek baş ağırlığı ile hissedilen baş ağırlığı arasındaki fark (baş ağırlığındaki değişim miktarı (kg)) ilişkili bulunmuştur (sagittal şift-baş ağırlığı değişimi ilişkisi $p=0,000$ $r:0,435$, sagittal tilt-baş ağırlığı değişimi ilişkisi $p=0,022$ $r:0,289$).

Sonuç: Üniversite öğrencilerinde postür değerlendirmeleri geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı ve kolay kullanılabilen mobil uygulamalar kullanılarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Mobil postür değerlendirmesi, Posture Screen Uygulaması, Toplum temelli çalışma

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to conduct a pilot study on the use of a mobile application that can be utilized for posture screenings in a sample of university students.

Method: The total amount of displacement (frontal shift, cm) and angulation (frontal tilt, degrees) of the body in the frontal plane on the photograph taken from the front, the total amount of displacement (sagittal shift, cm) and angulation (sagittal tilt, degrees) of the body in the sagittal plane on the photograph taken from the side, the actual head weight (kg) assessed by

the device, and the probable head weight expected to be felt due to postural deviation were used.

Results: A total of 63 university students (47 women, 16 men) with an average age of 20.30 (2.73) and an average BMI of 22.47 (4.82) participated in the study. When examining the statistically significant parameters, the shift and tilt values ($p=0.000$ $r:0.502$) in the frontal plane deviation from ideal posture, as well as the shift and tilt values ($p=0.000$ $r:0.529$) in the sagittal plane deviation, were found to be related within themselves. Additionally, the differences between the sagittal shift and sagittal tilt values (postural deviations in the sagittal plane) and the actual head weight and perceived head weight change (head weight change in kg) were found to be correlated (sagittal shift-head weight change relationship $p=0.000$ $r:0.435$, sagittal tilt-head weight change relationship $p=0.022$ $r:0.289$).

Conclusion: Posture assessments in university students can be evaluated using mobile applications that can be used faster and easier than traditional methods.

Keywords: Mobile posture assessment, Posture Screen Application, Community-based study

GİRİŞ

Postür vücudumuzu yer çekimine karşı tuttuğumuz pozisyonu ifade etmektedir. Statik (hareketsiz) ve dinamik (hareketli) olarak iki kısımda incelenen bir kavram olup ideal olması için segmentlerin birbirine ve tüm vücuda yönelik en uygun şekilde yerleşiminin benimsenmesi gerekmektedir. Bu yerleşim kas iskelet sisteminin üzerinde en az stresin olduğu ve güç üretiminin kolaylaştığı pozisyonları ifade etmektedir. İyi postür organlarında rahat çalıştığı ve görsel olarak da iyi bir görüntüyü ifade etmektedir.

Postür, fiziksel sağlıkla ilişkili olduğu gibi psikolojik sağlıkla da ilişkilidir. Üniversite öğrencileri örneğinde gerçekleştirilen bir çalışmada depresyon eğilimi olan öğrencilerde olmayanlara göre ideal postürden sapmaların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür (Yıldız ve Mustafaoglu, 2020). Başka bir çalışmada ise nefes ve kan dolaşımı sisteminin kötü postürlerden olumsuz etkilendiği ve bu durumun olumsuz duygu durumu ile postür bozukluklarını ilişkilendiren birçok çalışmada bulunan mevcut durumun altında yatan olumsuz mekanizma ile ilişkili olabileceği ifade edilmiştir (George ve Kumar, 2021). Adolesanlarda ve lise öğrencilerinde postüral taramalarda gözlemlenebilen postüral sorunların varlığı bilinmektedir. Yine üniversite öğrencilerinde postür bozuklukları ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır.

Postür değerlendirmelerinde en çok kullanılan Cureton ve Clarke yöntemi olup vücut tipi, dengesi, vücut kısımlarının birbirine göre düzeni, kas kısalık testleri ve ekstremitte eşitsizlikleri gibi birçok parametre değerlendirilebilmektedir. Geleneksel yöntemler toplum temelli çalışmalarda kullanım zorlukları barındırmakta olup çok sayıda kişiye ulaşmayı zorlaştırabilmektedir. Bu değerlendirmeler oldukça kapsamlı olmakla birlikte yüksek sayıda katılımcının hedeflendiği toplum temelli çalışmalarda zaman açısından dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle geniş kitlelerde yapılacak çalışmalarda daha hızlı sonuç veren teknoloji temelli yaklaşımların incelenmesi önemli görünmektedir. Bu açıdan teknolojinin

gelişmesi sağlık personellerine bazı avantajlar sunmaktadır. Fizyoterapi de sıklıkla başvuru alan postür analizi teknoloji temelli yaklaşımlar çerçevesinde çok sayıda kişinin gözlemlenebileceği toplumsal taramalarda kullanılabilir. Bu uygulamalardan elde edilen raporlar ile bireylerin postüral açıdan sahip olduğu riskler belirlenebilir, tavsiyelerde bulunulabilir, egzersiz önerileri verilebilir.

Son dönemde mobil uygulamaların hayatımızın bir parçası olması ile sağlık çalışanları bu uygulamalardan faydalanmaya çalışmaktadır. Bu uygulamalardan biri olarak alana özgü yaklaşımı ile “Postüre Screen Mobile” Uygulaması postür analiz yöntemi olarak fizyoterapistlerin işini kolaylaştırıcı görünmektedir. Bu çalışmanın amacı, postür taramalarında kullanılabilen mobil Posture Screen Uygulamasını üniversite öğrencileri örnekleminde kullanımına yönelik pilot bir çalışma gerçekleştirmektir.

Çalışmada ana değerlendirme aracı Posture Screen Mobil Uygulaması olup ayrıca Sosyodemografik form kullanılmıştır. Posture Screen Uygulaması daha önceki çalışmalarda güvenilir olduğu belirlenmiş analizlere imkân vermektedir (Hopkins ve ark., 2019; Szucs ve Brown, 2018; Perry ve ark., 2008, Hazar ve ark., 2015). Literatürde adolesan ve lise öğrencilerinde postür analizinde kullanılmış önerilen bir uygulamadır (Farzana & Pooja, 2021; Apostolia et al., 2020). bu çalışmada ise üniversite öğrencileri örnekleminde pilot bir çalışma ile uygulamanın kullanım kolaylıkları ve zorluklarının gözlemlenmesi hedeflenmiştir.

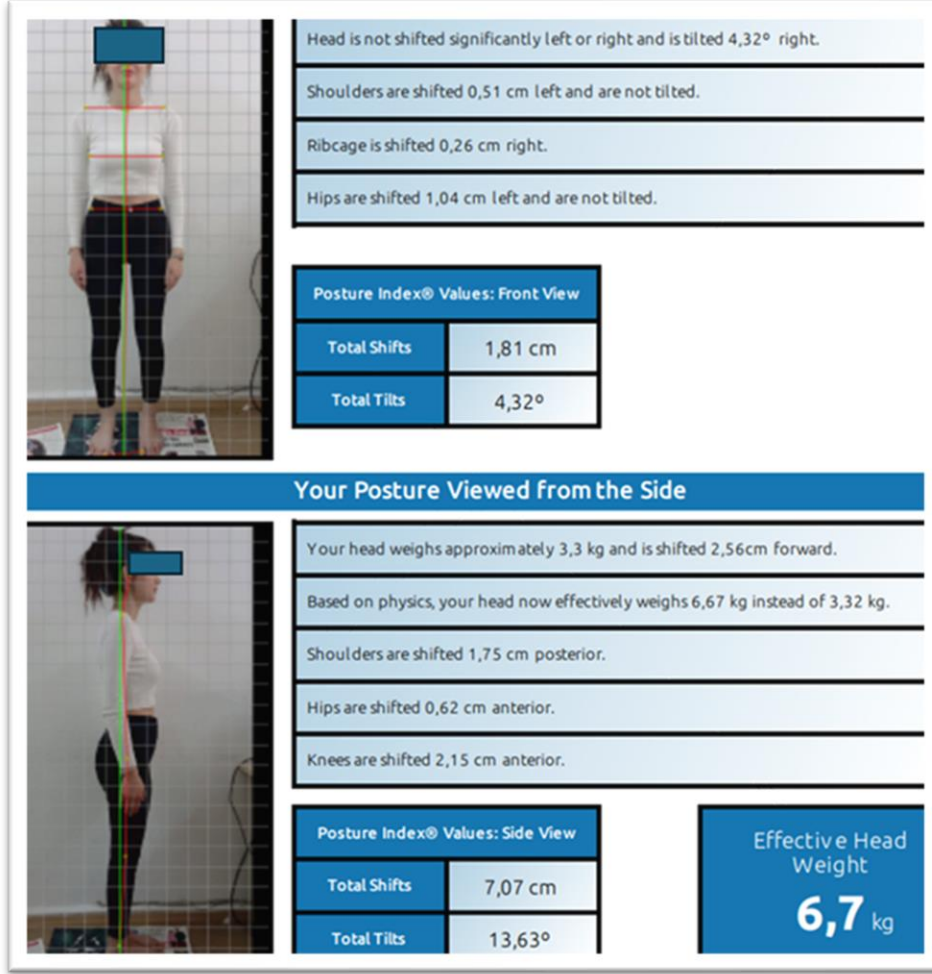
Bu uygulama fotoğraf üzerinden postür analizi yapmaya yönelik mobil bir uygulamadır. Uygulama ile önden, andan ve arkadan fotoğraf çekimi yapılabilmektedir. Fotoğraf çekimi sonrası uygulamanın referans gösterdiği noktalar işaretlenmekte ve sonuç raporu istenmesi ile sistem postür analiz yaparak bir sonuç raporu hazırlamaktadır. Uygulama ayrıca farklı zamanlarda tekrar fotoğraf çekimi yapılması durumunda verileri karşılaştırabilmektedir. Aşağıda çalışmada kullanılan referans noktaları verilmiştir.

Ön çekim referans noktaları: Göz bebekleri, çene orta noktası, omuzlar, sternum orta noktası, göğüs kafesinin en geniş noktası, SIAS (spina iliaca anterior superior), ayak ekleminin merkezi.

Yan çekim referans noktaları: Tragus, akromion, kalça eklemi, diz eklemi, lateral malleol.

Sonuç Raporu

Referans noktaların işaretlenmesi sonrasında sistemden istendiği takdirde oluşturulan rapor olup indirilerek kaydedilebilmektedir. Bu çalışmada sonuç raporundan elde edilen aşağıdaki veriler kullanılmıştır.



Görsel 1. Posture Screen Uygulamasının Sonuç Raporu

Bu çalışmada eklemlere özel bilgiler değerlendirmeye alınmamış ve genel olarak frontal ve sagittal düzlemde sapmalar ile baş ağırlığındaki değişim miktarı hesaplanarak kullanılmıştır.

Frontal düzlem için verilen postüral sapma bildirimi:

- Frontal şift: Vücudun yana kayma miktarını (cm) gösterir.
- Frontal tilt: Vücudun yana eğilme miktarını (derece) ifade eder.

Sagittal düzlem için verilen postüral sapma bildirimi:

- Sagittal şift: Vücudun öne kayma miktarını (cm) belirtir.
- Sagittal tilt: Öne eğilme miktarını (derece) ifade eder.

Baş ağırlığı: Uygulama gerçek ve hissedilen baş ağırlığını hesaplamaktadır. Gerçek baş ağırlığı ve hissedilen baş ağırlığı uygulama tarafından belirlenmekte olup bu çalışmada ikisi arasındaki değişim miktarı yani postüral bozukluğun oluşturduğu değişim değeri kullanılmıştır. Uygulamada gerçek baş ağırlığının değerlendirmesinde Clauser ve arkadaşlarının çalışmalarında kullandığı değerler kriter alınarak hesaplanmaktadır (Clauser ve ark., 1969). Gerçek baş ağırlığı bu hesaplamada vücudun ağırlığının yaklaşık olarak %7,55' ine denk gelmektedir.

GBA (gerçek baş ağırlığı) = 0,0755 x VA (vücut ağırlığı)

YM (yatay mesafe) = Baş işaretleyici- Omuz işaretleyici

EBA (etki eden baş ağırlığı) = (1+YM) x GBA (kg cinsinden arka kas eforunun kaba tahmini)

Bulgular

Bu çalışma üniversite öğrencilerine yönelik bir çalışmadır. Çalışmanın örneklemini Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencileridir. Bu çalışmada yaş ortalaması 20,30 (SD: 2,73), VKİ ortalaması 22,47 (SD: 4,82) olan toplam 63 üniversite öğrencisi (47 kadın, 16 erkek) fotoğraf çekimine katılmıştır. Katılımcıların 13. Ü 1.sınıf iken 50 tanesi 2. Sınıftır (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcılara ait değerlendirilen parametreler			
	Min.	Maks.	Ortalama (±SS)
Yaş	19,00	25,00	20,58(±1,42)
Boy (cm)	149,00	189,00	167,44(±7,95)
Kilo (kg)	40,00	115,00	63,03(±14,63)
Frontal Shift (cm)	,00	8,85	3,52(±1,79)
Frontal Tilt (derece)	,00	15,49	5,22(±3,43)
Sagital Shift (cm)	,00	16,81	10,62(±3,08)
Sagital Tilt (derece)	3,48	35,70	21,38(±6,45)
EBA (kg)	,00	18,20	10,19(±3,90)
GBA (kg)	,00	8,68	4,73(±1,25)
N	63		
Ss: standart sapma min: minimum maks: maksimum			

Katılımcıların frontal şift ortalamasının 3,52 (±1,79), frontal tilt ortalamasının 5,22 (±3,43), sagital şift ortalamasının 10,62 (±3,08), sagital tilt ortalamasının 21,38 (±6,45), EBA ortalamasının 10,19 (±3,90) ve GBA ortalamasının 4,73(±1,25) olduğu görülmüştür. Sagital şift ve tilt değerleri frontal şift ve tilt ortalamalarından yüksek görünmektedir (derece ve cm cinsinden, ortalama değerler kriter alınır).

Tablo 2. Katılımcıların Postüral Sapmalarının ve Baş Ağırlığındaki Değişimin İlişkisel Durumu						
Pearson Analizi	Korelasyon	Frontal Shift	Frontal Tilt	Sagital Shift	Sagital Tilt	EBA-GBA
Frontal Shift	Korelasyon Katsayısı (r)	1	,502**	,035	-,020	-,001
	P değeri		,000	,786	,877	,992
Frontal Tilt	Korelasyon Katsayısı (r)	,502**	1	-,085	,019	-,036
	P değeri	,000		,507	,882	,779

Sagital Shift	Korelasyon Katsayısı (r)	,035	-,085	1	,529**	,435**
	P değeri	,786	,507		,000	,000
Sagital Tilt	Korelasyon Katsayısı (r)	-,020	,019	,529**	1	,289*
	P değeri	,877	,882	,000		,022
EBA-GBA	Korelasyon Katsayısı (r)	-,001	-,036	,435**	,289*	1
	P değeri	,992	,779	,000	,022	
**. Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır (2 yönlü).						
*. Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır (2 yönlü).						

Çalışma sonuçları BM SPSS ver. 25 kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normallik varsayımını karşılaması dolayısı ile Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$), çift yönlü ilişkisi olan parametrelere bakıldığında; frontal şift ve tilt değerleri arasında orta düzeyde ilişki ($p = 0,000$, $r = 0,502$), sagittal şift ve tilt değerleri arasında orta düzeyde ilişki ($p = 0,000$, $r = 0,529$), Sagittal şift ve baş ağırlığı değişimi arasında orta düzeyde ilişki ($p = 0,000$, $r = 0,435$), sagittal tilt ve baş ağırlığı değişimi arasında zayıf düzeyde ilişki ($p = 0,022$, $r = 0,289$) olduğu görülmüştür (Tablo 2). Bu sonuçlara bakılarak düzlemsel hataların birbiri ile ilişkili olduğu ve sagittal düzlemdeki sapmaların baş ağırlığındaki değişimi etkilediği söylenebilir.

Tartışma

Bu çalışma postür değerlendirmesinde kullanılan bir yöntem olan Posture Screen Mobile Uygulamasının üniversite öğrencilerin örnekleminde örnek bir uygulamasını içermektedir. Bu uygulama hızlı ve güvenilir bir uygulama olarak bilinmektedir. Bu uygulamanın en önemli özelliği kıyafet üzerinden değerlendirmeye imkân tanınması ve üreticilerden de bu yönde kullanılabileceği şeklinde bilgilendirme yapılmasıdır. Bu bilgilendirmeler ile ilgili videolar incelenebilir ve örnek uygulamalardan ilham alınabilir.

Bu çalışmada bu uygulamanın verdiği sonuç raporlarının küçük bir kısmı değerlendirilmiş olup, uygulama vücudun her segmentine yönelik bilgi sağlamaktadır. Bu durum uygulama kullanılarak bölgesel değerlendirme çalışmaları da yapılabileceği anlamına gelmektedir. Bu çalışmada özellikle sagittal düzlemdeki postürel sapmaların yüksek olduğu ve bozulmanın öne doğru olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum gençlerde ön dengenin daha yaygın olduğu ve postürel bozulmanın öne doğru gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Uygulamada kafa karışıklığına neden olabilecek tek ölçümün gerçek baş ağırlığı ile etki eden baş ağırlığı ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Bu değer kişinin vücut ağırlığı kullanılarak hesaplanmaktadır. Ancak etki eden baş ağırlığı başın horizontal düzlemdeki öne doğru uzaklaşmasına (protraksiyonuna) bağlı olarak artmaktadır. Bu çalışmada baş ağırlığındaki değişim sagittal düzlemdeki tilt ve şift ile ilişkili bulunmuştur. Farzana ve arkadaşlarının çalışmasında gençlerde postür bozukluğu aynı uygulama ile değerlendirilmiştir. Baş ve omuz

bölgesinde normalden sapma oranlarının yüksek olduğunu göstermektedir (Farzana ve Pooja, 2021). Bu çalışmada da benzer bir durum oluşmuş olabilir ancak bu durum değerlendirilmemiştir. Ayrıca bu durum “Sagittal düzlemdeki sapmalarda belirleyici olan başın konumu mudur? Sorusunun sorulması ve ileride deneysel başka bir çalışmada başın şift değerinin sagittal şift veya tilt değerlerinde etken olup olmadığının sınanmasını gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada özellikle sagittal düzlemde belirgin düzeyde şift ve tilt olduğu görülmüştür. Apostolia ve ark. Adolesanlarda yaptıkları çalışmada bu değerler 1 in altında olup bu çalışmaya kıyasla oldukça düşük görünmektedir (Apostolia ve ark., 2020). Bu sonuç adolesan dönemin çok daha erken bir dönem olduğu postür bozukluklarının giderek arttığı şeklinde yorumlanabilir. São-Romão-Preto ve ark. Çalışmasında ise yine fotoğraf üzerinden yapılan segmental değerlendirme ile Adam’s testinin pozitif ve negatif olduğu gruplar birbiri ile karşılaştırılmış ve Adam’s testi pozitif olanlarda en belirgin özelliğin başın öne açılmasının yüksek olması olduğu ifade edilmiştir (São-Romão-Preto ve ark., 2015).

Sonuç

Üniversite öğrencilerinde sagittal düzlemde görülen postür bozukluk düzeyinin frontal düzlemde görülenden daha fazla olduğu, sagittal düzlemdeki sapmalar ile boyuna binen yük miktarının ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Uygulamanın kullanımı sırasında herhangi bir zorluk yaşanmamış olup, bol olmayan kıyafetler üzerinden hızlı ve pratik bir yöntem olarak postür analizine imkan vermektedir. Bu uygulama veya benzeri teknolojiler, gençlere yönelik toplum temelli postür çalışmalarının planlanmasını hızlandırabilir.

Kaynakça

American Posture Institute. (2024). Posture. Retrieved from <https://americanpostureinstitute.com>

Apostolia, D., Hristara-Papadopoulou, A., Kallistratos, I., Georgios, T., Evgenia, T., & Athanasios, K. (2020). Screening for asymmetries in upright posture using the posture screen mobile application in adolescence: Potential factors of postural disorder and asymmetries. *International Research Journal of Public and Environmental Health*, 7(4), 105-110. <https://doi.org/10.15739/irjpeh.20.015>

Clauser, C. E., McConville, J. T., & Young, J. W. (1969). Weight, volume, and center of mass of segments of the human body (Report No. AMRL-TR-69-70). Wright-Patterson Air Force Base, OH: Aerospace Medical Research Library, Aerospace Medical Division, Air Force Systems Command.

Farzana, S. M., & Pooja, P. (2021). Analysis of posture using posture screening mobile application among collegiates. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(1), 597.

George, A., & Kumar, R. V. (2021). Posture as a precursor to emotions: An investigation to link physiopsychology to applied ergonomics. In *Proceedings of the Conference on Excellence in Research and Education (CERE) 2021*. Indian Institute of Management, Indore.

- Hazar, Z., Karabicak, G. Ö., & Tiftikci, U. (2015). Reliability of photographic posture analysis of adolescents. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3123–3126. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3123>
- Hopkins, B. B., Vehrs, P. R., Fellingham, G. W., George, J. D., Hager, R., & Ridge, S. T. (2019). Validity and reliability of standing posture measurements using a mobile application. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 42(2), 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.02.003>
- Perry, M., Smith, A., Straker, L., Coleman, J., & O’Sullivan, P. (2008). Reliability of sagittal photographic posture assessment in adolescents. *Advances in Physiotherapy*, 10(1), 66–75.
- São-Romão-Preto, L., Rodrigues dos Santos, A. R., Costa Pereira Rodrigues, V. M., Quitério, N. F. do N., Pimentel, M. H., & Aguilera Manrique, G. (2015). Photogrammetric analysis of posture and associated risk factors in school-aged children and adolescents. *Revista de Enfermagem Referência, IV Série*, 7, 31–40. <https://doi.org/10.12707/RIV14051>
- Szucs, K. A., & Brown, E. V. D. (2018). Rater reliability and construct validity of a mobile application for posture analysis. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(1), 31–36. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.31>
- Williams, M., & Worthingham, C. (1957). *Therapeutic exercise*. Philadelphia: W. B. Saunders Co.
- Yıldız, A., & Mustafaoğlu, R. (2020). Investigation of the effect of depression tendency status on posture in healthy individuals. *OPUS: Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi (International Journal of Society Researches)*, 15(24), 1–12. Retrieved from <http://opusjournal.net>

TORAKOTOMİ GEÇİREN HASTALARDA ABDOMİNAL BÖLGE YAĞLANMANIN DİZ AĞRISI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Neriman Temel Aksu¹, Çağlayan Pınar Öztürk²

1 Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya

2 Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

ÖZET

Amaç: Obezite ve karın bölgesi yağlanma diz osteoartritinin ve diz ağrısının oluşumu için bağımsız bir risk faktörüdür. Torakotomi geçiren hastalarda abdominal bölge yağlanma ile diz ağrısı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Yöntem: Torakotomi geçiren 72 hastanın cerrahiden 2 ay sonra dizdeki ağrı derecesi görsel analog skala ile, fonksiyonel bozulma WOMAC ile ve bel çevresi ölçümü ile de abdominal bölge yağlanması değerlendirilmiştir. Erkeklerde bel çevresi ortalaması 94 cm den büyük, kadınlarda 80 cm den büyük olması abdominal yağlanmanın varlığını göstermektedir.

Bulgular: Hastaların ortalama yaşı 48,2 yıl (22-68) idi ve kadınlar çoğunlukta idi (%74,6 hasta). Ortalama vücut kitle indeksi (VKİ) 30,66 kg/m² (18,5-49,97) idi. 53 hastada (%57,6) obezite tespit edildi. Ortalama bel çevresi (BÇ) 102,82 (± 15,51) santimetre idi. 80 hastada (%87) abdominal obezite tespit edildi. Hastaların ortalama görsel analog skalası (VAS) 4,01± 3,24 mm idi. Ortalama WOMAC skoru 26.82 (0-69) idi. VKİ ile diz ağrısının şiddeti arasında bir ilişki bulduk (p = 0.278). Ancak bel çevresi VAS'ın yükselmesiyle önemli ölçüde ilişkiliydi (p = 0.008). Fiziksel fonksiyon, VKİ ve WOMAC ile pozitif korelasyon gösterdi (p = 0.001).

Sonuç: Torakotomi sonrası abdominal yağlanma, diz ağrısı ve sakatlığı ile bağımsız olarak ilişkilidir.

Anahtar kelimeler: abdominal yağlanma, diz ağrısı, torakotomi.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ABDOMINAL REGION FAT ON KNEE PAIN IN PATIENTS UNDERGOING THORACOTOMY

Neriman Temel Aksu¹, Çağlayan Pınar Öztürk²

1 Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Akdeniz University, Antalya

2 Department of Therapy and Rehabilitation, Süleyman Demirel University, Isparta

ABSTRACT

Objective: Obesity and abdominal fat are independent risk factors for the development of knee osteoarthritis and knee pain. This study was conducted to investigate the relationship between abdominal fat and knee pain in patients who underwent thoracotomy.

Method: In 72 patients who underwent thoracotomy, the degree of knee pain was assessed with a visual analog scale, functional impairment was assessed with WOMAC, and abdominal fat was assessed with waist circumference measurement 2 months after surgery. The mean waist circumference was greater than 94 cm in men and greater than 80 cm in women, indicating the presence of abdominal fat.

Results: The mean age of the patients was 48.2 years (22-68) and women were the majority (74.6% patients). The mean body mass index (BMI) was 30.66 kg/m² (18.5-49.97). Obesity was detected in 53 patients (57.6%). The mean waist circumference was 102.82 (\pm 15.51) centimeters. Abdominal obesity was detected in 80 patients (87%). The mean visual analog scale (VAS) of the patients was 4.01 \pm 3.24 mm. The mean WOMAC score was 26.82 (0-69). We found a relationship between BMI and the severity of knee pain ($p = 0.278$). However, waist circumference was significantly associated with increased VAS ($p = 0.008$). Physical function was positively correlated with BMI and WC ($p = 0.001$).

Conclusion: Abdominal fat after thoracotomy is independently associated with knee pain and disability.

Key words: abdominal fat, knee pain, thoracotomy.

GİRİŞ

Osteoartrit yaşla birlikte sıklığı artan, ağrı ve sakatlıklara neden olarak bireyin yaşam kalitesini önemli ölçüde bozabilen dejeneratif bir eklem hastalığıdır. Dünya Sağlık Örgütü'nün tahminlerine göre 65 yaş üstü erişkinlerin kabaca %25'inde bu hastalığa bağlı ağrı ve fonksiyon kaybı vardır. Semptomatik diz osteoartrit prevalansı %14.8 olarak bildirilmiştir. Obezite semptomatik diz osteoartriti için risk faktörü olarak kabul edilmekte ve beden kütle indeksinde (3.4 kg/m²) artışın riski iki misli artırdığı ileri sürülmektedir. Kilo vermenin ağrıya azalma, fonksiyonel kapasitede ve yaşam kalitesinde artmaya neden olduğu bilinmektedir. Ancak hasta kilo aldıkça ağrısı ve yürüme mesafesi azalmakta, aktivitesi azaldıkça da kilo almaya devam etmektedir (Duruöz ve ark., 2023).

Diz osteoartriti ve diz ağrısı yaşayan bireylerin önümüzdeki 30 yılda artması beklenmektedir. Dizosteoartriti için kontrol edilemeyen risk faktörleri arasında yaş, cinsiyet, ırk ve boy yer almaktadır. Kontrol edilebilir risk faktörleri arasında travma, kas zayıflığı, kilo ve bel çevresi yer alır. Bu çalışmada torakotomi sonrası bel çevresinin diz ağrısı üzerindeki etkisini araştırıyoruz. Yapılan çalışmalar obezite ile diz ağrısı arasında bir ilişki bulmuştur (Abbate ve ark., 2006; Sun ve ark., 2023). Kilo alımı (5%) diz ağrısı, sertlik, işlev ve kıkırdak hasarı üzerindeki zararlı etkileri bilinmektedir. Diz osteoartriti için bir tedavi olmadığından, rahatlama seçeneklerini belirlemek önemlidir. Diz ağrısı rahatsızlıklarını azaltmak için klinik uygulama kılavuzlarında diyet ve egzersizle birlikte kilo kaybı önerilmiştir (Lim ve ark., 2022). Kilo kaybının diz ağrısı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Daha düşük bazal vücut kitle indeksine sahip yetişkinlerin, daha yüksek beden kitle indeksine sahip yetişkinlerle karşılaştırıldığında diz ağrısında azalma olduğu gösterilmiştir (Medsci ve ark., 2023).

Torakotomi sonrası ağrı, cerrahi sonrası görülen ağrının en şiddetli tiplerinden biridir. Torakotomi hastanın pulmoner fonksiyonlarında, kas kuvvetinde, bilişsel fonksiyonlarında ve yorgunluk, ağrı, gibi semptomlarında olumsuz etkilere neden olmaktadır (Paul ve ark., 2015). Bunlar sonucunda hastaların günlük yaşam aktiviteleri etkilenmekte ve ilerleyici fiziksel fonksiyon kayıpları ortaya çıkmaktadır. Egzersiz kilo kontrolü ve özellikle karın bölgesindeki yağlanmayı azaltmaktır (Armstrong ve ark., 2022).

Torakotomi sonrası fiziksel fonksiyonda ve egzersiz kapasitesinde ortaya çıkan azalma karın bölgesindeki yağlanma için bir risk faktörüdür. Daha büyük bel çevrelerinin daha yüksek diz ağrısı olasılığı vardır. Diz osteoartriti, kilodan bağımsız olarak daha yüksek bel çevresi ile ilişkilidir. 4,16 Araştırmalar, daha büyük bel çevrelerinin diz osteoartriti ve diz osteoartriti riski ile ilişkili olduğunu ileri sürdü (Lester, 2012; Sun ve ark., 2023).

Obezite ve karın bölgesi yağlanma diz osteoartritin ve diz ağrısının oluşumu için bağımsız bir risk faktörüdür. Torakotomi geçiren hastalarda abdominal bölge yağlanma ile diz ağrısı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

YÖNTEM

Torakotomi geçiren 72 hastanın cerrahiden 2 ay sonra dizdeki ağrı derecesi görsel analog skala ile, fonksiyonel bozulma WOMAC ile ve bel çevresi ölçümü ile de abdominal bölge yağlanması değerlendirilmiştir. Erkeklerde bel çevresi ortalaması 94 cm den büyük, kadınlarda 80 cm den büyük olması abdominal yağlanmanın varlığını göstermektedir.

Hastalar yaş, cinsiyet, irksal geçmiş, eğitim, istihdam durumu, gelir ve medeni durumu bilgilerini içeren sosyodemografik form doldurtulmuştur. Ayrıca kilo (kg), boy (mm) ve bel çevresini (cm) ölçülmüştür.

Ağrı seviyesini belirlemek için Görsel Analog Skala (VAS), osteoartrit şiddetini belirlemek için Batı Ontario McMaster İndeksi (WOMAC) kullanıldı. Diz ağrısı WOMAC ağrısı, sertliği, sakatlığı ve toplam puanları içeriyordu. WOMAC ağrı puanları 0 ile 20 arasında değişiyor ve daha yüksek puanlar daha fazla ağrıya eşit. WOMAC sertlik puanları 0 ile 8 arasında değişir ve daha yüksek puanlar daha fazla sertliğe eşittir. WOMAC sakatlık puanları 0 ile 68 arasında değişir ve daha yüksek puanlar daha fazla sakatlığa eşittir. WOMAC toplam puanları ağrı, sertlik ve sakatlık puanlarının toplamıdır ve 0 ile 96 arasında değişir. WOMAC ağrı puanları boyutsuzdur (Tüzün ve ark., 2005; Shubert ve ark., 2006).

IBM SPSS 28.0,6 kullanarak demografik, antropometrik ve ağrı ölçümleri üzerinde istatistiksel analiz gerçekleştirdi. Sürekli değişkenler için ortalamaları, standart sapmaları, P değerini ve kategorik değişkenler için χ^2 'yi hesaplamak için tanımlayıcı istatistikler ve tek yönlü ANOVA kullanıldı. Doğrusallık testi, antropometri ve ağrı ölçümleri arasındaki doğrusallık ve sapma ilişkisini hesaplamak için kullanıldı. Her ölçüm normallik açısından değerlendirildi. Ölçümler normal dağıldı. Kategorik değişkenler için yüzdelik dağılımları belirlemek için SPSS frekans istatistikleri kullanıldı. Antropometri ve ağrı ölçümleri tüm örnekleme ve cinsiyete göre karşılaştırıldı. Örneklem için antropometrik ve ağrı ölçümleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için iki değişkenli korelasyonlar kullanılarak 0,05'lik iki kuyruklu anlamlılığa sahip Pearson korelasyon katsayıları hesaplandı. Verilerin normallik varsayımını karşılaması dolayısı ile Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$), çift yönlü ilişkisi olan parametrelere bakılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışma torakotomi geçiren hastalara yönelik bir çalışmadır. Çalışmanın örneklemini Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Göğüs Cerrahisine başvuran ve torakotomi geçiren hastalardır. Bu çalışmada yaş ortalaması 48,2 olan, VKİ ortalaması 30,66 olan toplam 72 hasta (54 kadın, 18 erkek) çalışmaya alınmıştır. Hastaların ortalama yaşı 48,2 yıl (22-68) idi ve kadınlar çoğunlukta idi (%75 hasta). Ortalama vücut kitle indeksi (VKİ) 30,66 kg/m² (18,5-49,97) idi. 53 hastada (%57,6) obezite tespit edildi. Ortalama bel çevresi 102,82 ($\pm 15,51$) santimetre idi. Hastaların ortalama görsel analog skalası (VAS) 4,01 \pm 3,24 idi. Ortalama WOMAC skoru 26,82 (0-69) idi (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcılara Ait Değerlendirilen Parametreler		
	n	%
Cinsiyet		
Kadın	54	75,000
Erkek	18	25,000
Cerrahi tarafı		
Sağ	27	37,500
Sol	44	61,111
Operasyon türü		
Wedge rezeksiyon	31	43,056
Segmentektomi	12	16,667
Lobektomi	28	38,889
Pnöminektomi	1	1,389
Kronik hastalıklar		
Hipertansiyon	26	36,111
KOAH	9	12,500
Diyabet	18	25,000
Hiperlipidemi	8	11,111
Mean (SD)		
Yaş (yıl)	48,200 (3,35)	
VKİ (kg/m²)	30,66 (8,02)	
Cerrahi süresi (dakika)	100,93 (15,12)	
Hastanede kalış süresi (gün)	7,63 (1,1)	
VAS	4,01 (3,24)	
WOMAC	26,82 (2,93)	
Bel çevresi (cm)	102,820 (15,51)	

VKİ ile diz ağrısının şiddeti arasında bir ilişki bulduk ($p = 0.007$). Bel çevresi, VAS'ın yükselmesiyle önemli ölçüde ilişkiliydi ($p = 0.008$). Fiziksel fonksiyon, BMI ve bel çevresi ile pozitif korelasyon gösterdi ($p = 0.001$) (Tablo 2; Tablo 3).

Tablo 2. Hastaların WOMAC Skorları ve Yaş, VKİ, Bel Çevresi Arasındaki İlişkisel Durumu								
WOMAC								
	Ağrı		Tutukluk		Fonksiyon		Toplam	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Yaş	0,323	0,002	0,394	0,022	0,384	0,023	0,283	0,210
VKİ	0,218	0,007	0,201	0,013	0,484	0,001	0,172	0,001
Bel Çevresi	0,263	0,008	0,428	0,004	0,253	0,001	0,407	0,001

Tablo 3. Hastaların VAS Skorları ve Yaş, VKİ, Bel Çevresi Arasındaki İlişkisel Durumu		
VAS		
	r	p
Yaş	0,732	0,345
VKİ	0,182	0,021
Bel Çevresi	0,821	0,008

Tartışma

Katılımcıları toplu olarak ve katılımcıları cinsiyete göre gruplandırdığımızda, ağırlık ve bel çevresinin diz ağrısı ile anlamlı şekilde ilişkili olmasını bekliyorduk; bel çevresinin ağırlıktan daha büyük bir ilişkisi vardı. Verileri cinsiyete göre ayırdık. Kadın katılımcıların diz ağrısı deneyimi erkek katılımcılardan daha fazlaydı. Önceki çalışmalar, erkek yetişkinlerle karşılaştırıldığında kadın yetişkinlerin radyografik osteoartrit şiddeti, görsel analog ölçek puanlarında artış yaşadığını göstermiştir (Rosos ve ark., 1998; Sezgin ve ark., 2020; Solanki ve ark., 2023; Srivastava ve ark., 2022; Sun ve ark., 2023; Tonelli ve ark., 2011).

Her cinsiyet için ağırlık kategorisinde, WOMAC puanları, engellilik için daha fazla artışla kilo arttıkça arttı. WOMAC puanlarındaki artış bekleniyordu çünkü WOMAC puanları daha kötü ağrı ile arttı.

Ameliyat sonrası erken dönemde günlük adım sayısının belirgin şekilde azalmaktadır (Nielsen ve ark., 2003).

Cerrahi sonrası daha aktif olanların hastanede kalış süreleri kısalmaktadır. Torakotomi sonrası ağrının yüksekliği hastaların aktivitesin kısıtlamaktadır. Erken mobilizasyon için etkin ağrı kesici tedaviler gereklidir. Erken mobilizasyonu engelleyen nedenler ağrı, düşük kan basıncına bağlı baş dönmesi, interkostal drenaj, uyuşukluk, kusma ve mide bulantısıdır (Browning ve ark., 2007).

Majör torasik cerrahiye takiben postoperatif dönemde fiziksel aktivitede belirgin olarak kısıtlanmaktadır. Ağrı, erken postoperatif dönemde sınırlı fiziksel aktivite ile önemli ölçüde ilişkilidir ve postoperatif 1. günde mobilizasyonu engellediği belirlenen birçok spesifik faktör de geri döndürülebilir. Postoperatif fiziksel aktivitenin daha düşük seviyelerini öngören bağımsız faktörler arasında yaş, akciğer fonksiyonu ve kendi bildirdiği preoperatif aktivite seviyesi vardır. Gelecekte bu faktörlerin hızlı değerlendirilmesi ve tanınması, her hastanın postoperatif mobilizasyon potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için bakım yollarına zamanında ve etkili yönetimin dahil edilmesi gerekmektedir (Agostini ve ark., 2014).

Obezite ve bel çevresi kalınlığı, morbidite ve mortalite için iyi belgelenmiş bir risk faktörüdür. Kilogram cinsinden ağırlığın metre cinsinden boyun karesine bölünmesiyle hesaplanan vücut kitle indeksi (VKİ) obezitenin en yaygın ölçüsü olmasına rağmen, vücut şeklini yansıtmaz. Dahası, yüksek oranda yağsız kas kütlesi olan bireylerde olduğu gibi yanıltıcı olabilir. Vücut

yağının dağılımının daha doğru bir ölçüsü olan bel çevresinin, morbidite ve mortalite ile daha güçlü bir şekilde ilişkili olduğu gösterilmiştir (Brown, 2009; Klein, 2009; Seidell, 2010).

Bununla birlikte, Amerikan Kalp Derneği'nin yakın zamanda hem VKİ hem de bel çevresini şişmanlığı değerlendirmek için birincil araç olarak onaylamasına rağmen, bel çevresi hem araştırma hem de klinik ortamlarda BKİ'den daha az kullanılmaktadır. Hem BKİ hem bel çevresi ile hastalık risk faktörleri arasındaki ilişkinin cinsiyete bağlı olduğu gösterilmiştir (Cornier ve ark., 2011; Wannamethee ve ark., 2010).

Artan fiziksel zindeliğin, kardiyovasküler mortalite ve her nedene bağlı mortalite riskini azalttığı bulunmuştur (Berry ve ark., 2011; Gupta ve ark., 2011; Sui ve ark., 2007).

Fiziksel aktivite kilo vermeye ve korumaya katkıda bulunarak dolaylı olarak morbidite ve mortalite riskini de azaltır. Son zamanlarda, tesadüfi fiziksel aktivitenin bile kardiyovasküler zindelle ilişkili olduğu gösterilmiştir (Ross ve McGuire, 2011).

Artan VKİ ve bel çevresi, hem azalmış kardiyovasküler zindelle hem de obeziteyle ilişkili metabolik anormalliklerle ilişkilendirilmiştir (Ross ve Katzmarzyk, 2003; Dobbelsen ve ark., 2001).

VKİ ve bel çevresi fiziksel aktivite düzeyinin azalmasıyla artmaktadır.

Bel çevresi kategorilerindeki kadın ve erkek katılımcılar, kilo kategorilerindeki aynı katılımcılara göre daha az derecede WOMAC diz ağrısı ve tutukluk yaşadılar.

Sonuç

Torakotomi sonrası abdominal yağlanma, diz ağrısı ve sakatlığı ile bağımsız olarak ilişkilidir. Kilo ve bel çevresi, diz ağrısındaki artışları tahmin etmektedir.

Kaynakça

Abbate, L. M., Stevens, J., Schwartz, T. A., Renner, J. B., Helmick, C. G., & Jordan, J. M. (2006). Anthropometric measures, body composition, body fat distribution, and knee osteoarthritis in women. *Obesity*, 14:1274–81.

Agostini, P. J., Naidu, B., Rajesh, P., Steyn, R., Bishay, E., Kalkat, M., & Singh, S. (2014). Potentially modifiable factors contribute to limitation in physical activity following thoracotomy and lung resection: a prospective observational study. *Journal of cardiothoracic surgery*, 9, 1-6.

Armstrong, A., Jungbluth Rodriguez, K., Sabag, A., Mavros, Y., Parker, H. M., Keating, S. E., & Johnson, N. A. (2022). Effect of aerobic exercise on waist circumference in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 23(8), e13446.

Berry, J. D., Willis, B., Gupta, S., Barlow, C. E., Lakoski, S. G., Khera, A., Rohatgi, A., de Lemos, J. A., Haskell, W., & Lloyd-Jones, D. M. (2011). Lifetime risks for cardiovascular disease mortality by cardiorespiratory fitness levels measured at ages 45, 55, and 65 years in

men. The Cooper Center Longitudinal Study. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(15), 1604–1610.

Brown P. (2009). Waist circumference in primary care. *Primary Care Diabetes*, 3(4), 259–261.

Browning, L., Denehy, L., & Scholes, R. L. (2007). The quantity of early upright mobilisation performed following upper abdominal surgery is low: an observational study. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 53(1), 47–52.

Cornier, M. A., Després, J. P., Davis, N., Grossniklaus, D. A., Klein, S., Lamarche, B., Lopez-Jimenez, F., Rao, G., St-Onge, M. P., Towfighi, A., Poirier, P., American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology, Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, Council on Cardiovascular Nursing, Council on Epidemiology and Prevention, & Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Stroke Council (2011). Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 124(18), 1996–2019.

Dobbelsteyn, C. J., Joffres, M. R., MacLean, D. R., & Flowerdew, G. (2001). A comparative evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as indicators of cardiovascular risk factors. *The Canadian Heart Health Surveys. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders : Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 25(5), 652–661.

Duruöz, M. T., Öz, N., Gürsoy, D. E., & Gezer, H. H. (2023). Clinical aspects and outcomes in osteoarthritis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 101855.

Gupta, S., Rohatgi, A., Ayers, C. R., Willis, B. L., Haskell, W. L., Khera, A., Drazner, M. H., de Lemos, J. A., & Berry, J. D. (2011). Cardiorespiratory fitness and classification of risk of cardiovascular disease mortality. *Circulation*, 123(13), 1377–1383.

Klein, S., Allison, D. B., Heymsfield, S. B., Kelley, D. E., Leibel, R. L., Nonas, C., Kahn, R., Association for Weight Management and Obesity Prevention, NAASO, The Obesity Society, American Society for Nutrition, & American Diabetes Association (2007). Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(5), 1197–1202.

Lester, G. (2012). The osteoarthritis initiative: a NIH public-private partnership. *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*, 8, 62–3

Lim, Y. Z., Wong, J., Hussain, S. M., Estee, M. M., Zolio, L., Page, M. J., Harrison, C. L., Wluka, A. E., Wang, Y., & Cicuttini, F. M. (2022). Recommendations for weight management in osteoarthritis: A systematic review of clinical practice guidelines. *Osteoarthritis and Cartilage Open*, 4(4), 100298.

- MedSci, K. K. F., Schneck, V., Haase, C. L., Harder-Lauridsen, N. M., Rathor, N., Sommer, K., & Morgen, C. S. (2023). Weight change and risk of obesity-related complications: A retrospective population-based cohort study of a UK primary care database. *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 25(9), 2669–2679.
- Nielsen, K. G., Holte, K., & Kehlet, H. (2003). Effects of posture on postoperative pulmonary function. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47(10), 1270–1275.
- Paul, S., Andrews, W., Osakwe, N. C., Port, J. L., Lee, P. C., Stiles, B. M., & Altorki, N. K. (2015). Perioperative outcomes after lung resection in obese patients. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*, 63(07), 544-550.
- Roos, E. M., Roos, H. P., Lohmander, L. S., Ekdahl, C., & Beynon, B. D. (1998). Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 28(2), 88–96.
- Ross, R., & Katzmarzyk, P. T. (2003). Cardiorespiratory fitness is associated with diminished total and abdominal obesity independent of body mass index. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders : Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 27(2), 204–210.
- McGuire, K. A., & Ross, R. (2011). Incidental physical activity is positively associated with cardiorespiratory fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(11), 2189–2194.
- Seidell J. C. (2010). Waist circumference and waist/hip ratio in relation to all-cause mortality, cancer and sleep apnea. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(1), 35–41.
- Sezgin, E. A., W-Dahl, A., Lidgren, L., & Robertsson, O. (2020). Weight and height separated provide better understanding than BMI on the risk of revision after total knee arthroplasty: report of 107,228 primary total knee arthroplasties from the Swedish Knee Arthroplasty Register 2009-2017. *Acta Orthopaedica*, 91(1), 94–97.
- Shubert, T. E., Schrodt, L. A., Mercer, V. S., Busby-Whitehead, J., & Giuliani, C. A. (2006). Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults?. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), 29(1), 35–39.
- Solanki, P., Hussain, S. M., Abidi, J., Cheng, J., Fairley, J. L., Page, M. J., Cicuttini, F. M., & Wluka, A. E. (2023). Association between weight gain and knee osteoarthritis: a systematic review. *Osteoarthritis and Cartilage*, 31(3), 300–316.
- Srivastava, S., Srivastava, R., Raj, L., Raj, S., Chandra Sharma, A. (2022). Does human height have a correlation with the risk of knee osteoarthritis: a crosssectional study? *Journal on Surgery* 2, 1018.
- Sui, X., LaMonte, M. J., Laditka, J. N., Hardin, J. W., Chase, N., Hooker, S. P., & Blair, S. N. (2007). Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA*, 298(21), 2507–2516.

Sun, Y., Li, Y., Yu, T., & Zhang, J. (2023). Causal associations of anthropometric measurements with osteoarthritis: A Mendelian randomization study. *PloS one*, 18(1), e0279198.

Tonelli, S. M., Rakel, B. A., Cooper, N. A., Angstrom, W. L., & Sluka, K. A. (2011). Women with knee osteoarthritis have more pain and poorer function than men, but similar physical activity prior to total knee replacement. *Biology of Sex Differences*, 2, 12.

Tüzün, E. H., Eker, L., Aytar, A., Daşkapan, A., & Bayramoğlu, M. (2005). Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis and Cartilage*, 13(1), 28–33.

Wannamethee, S. G., Papacosta, O., Whincup, P. H., Carson, C., Thomas, M. C., Lawlor, D. A., Ebrahim, S., & Sattar, N. (2010). Assessing prediction of diabetes in older adults using different adiposity measures: a 7 year prospective study in 6,923 older men and women. *Diabetologia*, 53(5), 890–898.

BODY MASS INDEX AND SOCIAL MEDIA ADDICTION AS PREDICTORS OF HEDONIC HUNGER IN ADOLESCENTS

Dr. Harun Özbey¹, Assoc. Prof. Dr. Yağmur Sezer Efe², Prof. Dr. Meral Bayat³

¹Erciyes University, Faculty of Health Sciences, harunozbey@erciyes.edu.tr –

ORCID: 0000-0001-9827-0655

²Erciyes University, Faculty of Health Sciences, ysezerefe@gmail.com –

ORCID: 0000-0003-0980-8439

³Erciyes University, Faculty of Health Sciences, bayatmeral@gmail.com –

ORCID: 0000-0002-7076-1097

ABSTRACT

This study was planned to determine the relationship between hedonic hunger, social media addiction, and body mass index (BMI) in adolescents. The cross-sectional study was conducted 720 adolescents in the 14-18 age group receiving education in high schools. Data were collected online using the Children's Power of Food Scale (CPFS) and Social Media Addiction Scale (SMAS). Mean, percentage, t-test, ANOVA, and regression analysis were used to analyse data. The study determined that social media addiction explained 16.4% of hedonic hunger and significantly affected it ($F = 140.433, p \leq 0.001$). When the BMI variable was added to the model in the second step (Model II), it was determined that social media addiction and BMI significantly predicted CPFS scores ($F = 81.839, p \leq 0.001$) and explained 18.6% of the variance. The study results revealed that social media addiction and BMI significantly predict hedonic hunger in adolescents.

Keywords: Adolescent, body mass index, eating disorder, social media addiction, hedonic hunger